This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

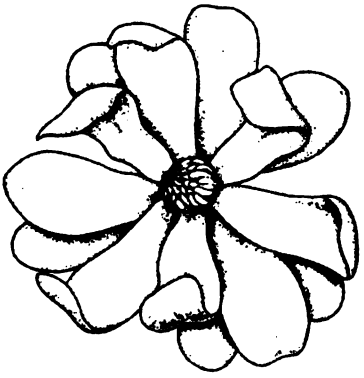
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LIBRARY
OF THE
ARNOLD ARBORETUM
JAMAICA PLAIN



HARVARD UNIVERSITY

Die Wildbachverbauung in den Jahren 1883–1894.

Herausgegeben vom k. k. Ackerbau-Ministerium.

Ein Band grössten Quart-Formates, enthaltend 278 Seiten Text, 8 Tafeln in Farbendruck und 17 Tafeln in Lichtdruck.

Preis fl. 8.—.

Hofbuchhandlung Wilh. Frick. Wien.

Der

Waldwegbau und das Nivelliren

von

Karl Scheppler,

Professor der forstlichen Baukunde, Vermessungskunde und des Situationszeichnens an der königlich bayerischen Centralforstlehranstalt Aschaffenburg.

Zweite, verbesserte Auflage.

Mit in den Text gedruckten Holzschnitten.

Aschaffenburg.

Verlag von C. Krebs.

1873.

suffer widespread calamity which no precautions taken
: the mischief has been done can avert or future
ıditure prevent." Through his investigations into the
st flora of North American Sargent had assumed the
le of conservationist and had become heir to the spirit
work of François André Michaux.

The Report on the Forests of North American was
shed ten years before "pulp craze" seized the state of
e. Sargent's comments on lumbering practices fostered
ervation Lumbermen measure the worth their holdings in
f timber as it stands uncut in the

Vorrede

zur erſten Auflage.

5 (?)

Im Herbſte 1846 wurden mir Lehrvorträge über Nivelliren und Waldwegbau an der k. bayr. Centralforſtlehranſtalt Aſchaffenburg übertragen. Man ging bei dieſer Trennung des Theiles von dem Ganzen, d. h. bei der Iſolirung des Nivellirens von der allgemeinen Vermeſſungskunde, von der gewiß gerechtfertigten Anſicht aus, daß das Nivelliren von dem Forſtmanne hauptſächlich bei ſeinen Waldwegbauarbeiten gebraucht wird, und hielt darum eine engere Verbindung dieſer beiden Disciplinen für zweckmäßig. Um aber anderſeits den folgerichtigen Zuſammenhang der praktiſchen Geometrie zu erhalten und Wiederholungen im Vortrage zu vermeiden, hat man nach der im Jahre 1858 ins Leben getretenen Organiſation des Lehrplanes, die Vorträge über Vermeſſungskunde ſchon in dem zweiten Kurſe beginnen und jene über Waldwegbau erſt in dem dritten Kurſe folgen laſſen, ſo daß ſich alsdann die Lehre des Nivellirens an der richtigen Stelle in das Syſtem der Vermeſſungskunde einſchiebt, und die Kenntniß der allgemeinen Beſtandtheile unſerer Meßinſtrumente dabei vorausgeſetzt werden darf.

Ich hatte meinen Unterricht über die obengenannte Disciplin ſeither in der Art geleitet, daß ich meinen Vorträgen und Erklärungen kurze Diktate folgen ließ, um meinen Zuhörern auf dieſe Weiſe vollſtändigere Behelfe zum Nachſtudium in die Hand zu geben, als ſolche bei dem Nachſchreiben des freien Vortrages zu erzielen geweſen wären, und fand mich zu dieſer Behandlungsweiſe, wenngleich unlieb, dadurch veranlaßt, daß es

mir gänzlich an einem geeigneten Lehrbuche fehlte, welches ich so gern meinen Vorträgen zu Grunde gelegt haben würde. Unsere mathematische Literatur ist zwar in ihren neueren Erzeugnissen reich an vortrefflichen Werken über Vermessungskunde, welche das Nivelliren in einer Ausführlichkeit und mit einer Klarheit der Darstellung behandeln, die gewiß Nichts zu wünschen übrig läßt; allein es sind diese Werke mehr vom Standpunkte der allgemeinen Wissenschaft, ohne spezielle Rücksichtnahme auf den Waldwegbau abgefaßt, und in letzterer Beziehung oft gerade diejenigen Instrumente nicht aufgeführt, welche für den Forstmann besondere Bedeutung haben. Dagegen fand ich unsere forstliche Literatur, so reichhaltig dieselbe im Uebrigen auch sein mag, in Bezug auf Waldwegbau fast gänzlich vernachläßigt, ein Gegenstand, der gerade in unserer jetzigen Zeit, bei der allgemeinen Entwickelung der Verkehrsverhältnisse und dem raschen Emporschwingen der Industrie, von so hoher Bedeutung ist. Es finden sich zwar zerstreut in verschiedenen Werken, namentlich in den forstlichen Zeitschriften, sehr schätzbare Beiträge, allein ein systematisch bearbeitetes Lehrbuch über Waldwegbau liegt nicht mehr vor, seitdem das einzig vorhanden gewesene von Karl vergriffen ist.

Um nun meinen Zuhörern das lästige Nachschreiben und mir selbst das zeitraubende Diktiren zu beseitigen und den von äußeren Forstbeamten mehrseitig an mich gestellten Anregungen zu entsprechen, entschloß ich mich, meine Hefte dem Drucke zu übergeben, und unter möglichster Berücksichtigung der von beiden Theilen zu erwartenden Ansprüche, eine Anleitung über das Nivelliren und den Waldwegbau zu schreiben, welcher zunächst der Charakter eines Lehrbuches aufgeprägt sein soll, die aber auch als Leitfaden zu den praktischen Arbeiten brauchbar ist.

Die Grundgedanken, welche mich bei der Bearbeitung leiteten, waren:

1) Hielt ich es für zweckmäßig, das Nivelliren als mathematische Wissenschaft, unter Benutzung der Werke von Bauernfeind, Stampfer ꝛc., für sich zu behandeln, in einem besonderen Theile abzuschließen und vorauszuschicken, dabei möglichst kurz zu verfahren und das für den Waldwegbau Wichtige hervorzuheben. Nach dem Gesagten konnte es mir nicht in den Sinn kommen, über Nivelliren etwas Neues bringen zu wollen.

2) Betrachtete ich das Nivelliren als Mittel zum Zweck, und war mein Hauptbeſtreben dahin gerichtet, in dem zweiten, größeren Theile eine möglichſt wiſſenſchaftlich begründete und umfaſſende Anleitung zum Waldwegbau zu geben, wobei ich das über dieſen Gegenſtand in der forſtlichen Literatur zerſtreute Material ſorgfältig benutzte, aber auch die allgemeine Literatur über Straßenbau nicht unbeachtet ließ.

Meine zahlreichen Nivellirübungen mit den Forſtkandidaten und die Reichhaltigkeit unſerer mathematiſchen Sammlung boten mir Gelegenheit, von der Brauchbarkeit der verſchiedenen Nivellirinſtrumente zu den Arbeiten des Waldwegbaues mich zu überzeugen, ebenſo wie die in den Herbſtferien unternommenen Reiſen mir erwünſchte Mittel waren, mich in den verſchiedenen Waldungen mit dem Stande und der Leitung des Waldwegbaubetriebes bekannt zu machen.

Wenn ich aber bei dieſer Sachlage Manches in den Kreis meiner Betrachtungen zog, was die engere Begrenzung des vorliegenden Gegenſtandes vielleicht überſchreiten mag, ſo geſchah dieſes in der Abſicht, die Anſchauung meiner Zuhörer zu erweitern, keineswegs um den äußern Forſtbeamten zu beſtimmen, von allen den beſprochenen Einrichtungen und Anſtalten bei der Leitung ſeiner Waldwegbauten Gebrauch zu machen, ſondern demſelben überlaſſend, das für ſeinen ſpeziellen Fall Geeignete ſich auszuwählen; ich war dabei von der Anſicht geleitet, daß der junge Forſtmann auch Kenntniß von ſolchen Dingen ſich verſchaffen darf, welche nicht abſolut zu ſeinem ausſchließlichen Wirkungskreiſe gehören.

Indem ich alſo die vorliegende Arbeit einerſeits mit dem Wunſche veröffentliche, meine Vorträge dadurch vollſtändiger und nützlicher zu machen und dabei die Hoffnung hege, vielleicht eine kleine Lücke in unſerer forſtlichen Literatur ausgefüllt, wenigſtens die Anregung dazu gegeben zu haben, bitte ich anderſeits alle meine verehrten Fachgenoſſen um nachſichtige Aufnahme und Beurtheilung.

Aſchaffenburg, im Auguſt 1863.

Karl Scheppler.

Vorrede

zur zweiten Auflage.

Der Verfasser dieses Lehrbuches hatte bereits umfassende Vorbereitungen für eine neue Auflage getroffen, starb aber vor der Ausführung. Der gegenwärtige Herausgeber fand den ersten Theil, das Nivelliren, gar nicht überarbeitet, mußte also hier ziemlich viel Umgestaltungen und Zusätze nach eigenem Ermessen machen, während seine Aufgabe hinsichtlich des zweiten Theils, des Waldwegbaus, im Wesentlichen darin bestand, die von Professor Scheppler bereits niedergeschriebenen Zusätze und Bemerkungen zu sichten, zu ordnen und auszuführen. Der Waldwegbau hat daher wenige sachliche Aenderungen erfahren, die nicht in den Vorarbeiten mindestens angedeutet gewesen wären. Auf die bei neuen Auflagen üblichen Verbesserungen in der Ausdrucksweise und in ähnlichem wurde, unter möglichst engem Anschluß an die Vorlage, alle Sorgfalt verwendet.

Alle Zahlenangaben wurden in metrisches Maaß umgerechnet.

Die kleine Aenderung des Titels war schon von Professor Scheppler beabsichtigt; sie erklärt sich von selbst.

Die Vorrede zur ersten Auflage ist trotz der unterdessen wesentlich geänderten Verhältnisse ungeändert zum Wiederabdruck gelangt. Fast gleichzeitig mit dem ersten Erscheinen dieses Buches sind andere Werke über Waldwegbau herausgekommen; auf sie ist für diese neue Auflage die gebührende Rücksicht genommen worden.

Möge Schepplers Waldwegbau und Nivelliren auch in der neuen Auflage und unter geänderten Verhältnissen den Rang behaupten, den die erste Auflage errungen hat.

Aschaffenburg, im August 1873.

Die Verlagshandlung.

Inhalts-Verzeichniß.

Erster Theil.

Das Nivelliren.

§.		Seite
	I. Einleitung.	
1.	Allgemeine Betrachtungen und Begriffe	3
2.	Horizont im Allgemeinen	4
3.	a. Der Meereshorizont	4
4.	b. Der wahre Horizont	5
5.	c. Der scheinbare Horizont	6
6.	d. Der astronomische Horizont	7
7.	Begriffe von „hoch und tief", „absoluter und relativer Höhe"	7
	II. Von der Beschaffenheit der Höhenmesser im Allgemeinen, dem Begriffe des Nivellirens und den verschiedenen Methoden desselben.	
8.	Von den Instrumenten zum Höhenmessen im Allgemeinen	9
9.	Princip der Instrumente, (Nivellirinstrumente, — Nivelliren)	10
10.	Staffelmessung	11
11.	Methoden des Nivellirens	12
12.	1. das Nivelliren aus dem Endpunkte der Station	12
13.	2. Das Nivelliren aus der Mitte der Station	14
14.	Nivellementstabelle	16
15.	Einfaches, — zusammengesetztes, — Contre-Nivellement; General- und Detail-Nivellement	17
16.	Vergleichung beider Nivellirmethoden	18
	III. Von den bei dem Nivelliren aus dem Endpunkte der Station entstehenden Fehlern und nothwendigen Verbesserungen.	
17.	Im Allgemeinen	19
18.	1. Einfluß der Erdkrümmung	19
19.	2. Einfluß des Strahlenbrechung	20
20.	Ursachen weiterer Fehler beim Nivelliren	23

§.		Seite
	IV. Beschreibung und Behandlung der beim Nivelliren gebräuchlichen Instrumente und Werkzeuge.	
21.	Von den Nivellirlatten	23
22.	a. Schieblatten	23
23.	b. Reichenbach'sche Latten	26
24.	Latten mit nicht verschiebbaren Zieltafeln	28
	A. Von den Pendelinstrumenten.	
25.	Im Allgemeinen	28
26.	1. Die Setzwage	29
27.	2. Die Bergwage	31
28.	3. Das Nivellirinstrument von Bose	33
29.	4. Der Gefällstock	39
30.	5. Desaga's Gefällmesser	42
31.	6. Das Drainagenivellirinstrument	43
32.	Schlußbemerkung	47
	B. Von den Röhreninstrumenten.	
33.	Im Allgemeinen	47
34.	1. Die Canalwage	48
	C. Von den Libelleninstrumenten.	
35.	Im Allgemeinen	51
36.	1. Die Libellensetzwage	53
37.	2. Das Setzniveau	54
38.	3. Das einfache Libelleninstrument mit Fernrohr	55
39.	4. Das Nivellirdiopter	63
40.	5. Nivellirdiopter, zugleich Gefällmesser	65
41.	Schlußbemerkung	67
	D. Von den Visirkreuzen.	
42.	Beschreibung und Anwendung der Visirkreuze	67
	V. Schlußbetrachtungen über das Nivelliren.	
43.	Im Allgemeinen	71
44.	Das Nivelliren der Linien	72
45.	Das Nivelliren der Flächen	72
46.	Grundregeln beim Nivelliren	73

Zweiter Theil.

Der Waldwegbau.

Einleitung.

47.	Begriffe	77
48.	Zweck und Nutzen	77
49.	Von dem Wegnetze im Allgemeinen	80
50.	Von den bei dem Entwurfe und der Feststellung des Waldwegnetzes leitenden Rücksichten	82
51.	Eintheilung	89

§. Seite

Erster Abschnitt.

Von den Waldstraßen.

Erstes Capitel.

Von den technischen Vorarbeiten.

52. Eintheilung 91
53. I. Bestimmung des Straßenzuges 91
54. II. Von der speciellen Richtung der Straße 93
55. Das Gefäll 94
56. Einfluß des Gefälles auf die Benutzung, die Anlage und Unterhaltung der Straße 96
57. Regeln in Bezug auf die Anlage des Gefälles 97
58. Von den bei Bestimmung der speciellen Richtung vorzunehmenden einzelnen Arbeiten 99

1. Absteckung der Längenrichtung (Axe).

59. a. In der Ebene 100
60. b. Im Gebirge 103
61. 2. Aufnahme des erstmaligen Nivellements 106
62. 3. Zeichnung des Längenprofiles 108
63. 4. Berechnung der vorläufig gewählten Stationspunkte. 112
64. 5. Zweites und definitives Nivellement; Fixirung der Stationspunkte 117

6. Verbindung der einzelnen Linien der speciellen Straßenrichtungen in vertikaler und horizontaler Projection:

65. a. Ausrundung des Gefälles in den Wechselpunkten 119
66. b. Absteckung der Curven 120

III. Bestimmung der Straßenbreite.

67. Von der Straßenbreite im Allgemeinen 124
68. Von den Seitengräben 126
69. Von den Böschungen 129
70. Absteckung und Herstellung der Böschungen 131
71. Absteckung der Straßenbreite, Nivellements und Zeichnung der Querprofile 134
72. Rothe Zahlen 140
73. Bestimmung der rothen Zahlen zwischen zwei geneigten Linien 142
74. Anwendung vorstehender Formeln für die Berechnung unseres Beispieles. 144
75. IV. Berechnung der zu bewegenden Massen und der Transportweite 145
76. Durchgangs- oder Uebergangslinie 146
77. Berechnung der Durchgangspunkte 147
78. Berechnung der Körper des Auf- und Abtrages (erste Methode) . . . 150
79. Ersparung der Berechnung der Uebergangspunkte (zweite Methode) . . . 155
80. Berechnung der Abgrabungen und Anschüttungen in den Krümmungen (Curven) 158
81. Bestimmung der Transportweite 158

Zweites Capitel.

Von den eigentlichen Bauarbeiten.

82. Eintheilung 163
83. I. Die Erdarbeiten 164

§.		Seite
84.	Das Abräumen	165
85.	Entwässerung versumpfter Stellen	168
86.	Eigentliche Erdarbeiten	169
87.	Transportmittel	171
88.	Setzen und Befestigen des Erdkörpers	172
89.	II. Der Steinbau	172
90.	1. Aufstellung der Randsteine	173
91.	2. Herstellung des Grundbaues (der Sohle)	176
92.	3. Aufschütten der Decklage oder Dolle	178
93.	Von der Wölbung der Straße	182
94.	Von den zum Straßenbau zu verwendenden Materialien	183
95.	Eintheilung der Straßen	186
96.	Herstellung des Pflasters	188
	III. Uebrige Bauten.	
97.	1. Von den Schütt- oder Sickerdohlen	192
98.	2. Von den Mulden (Querkandeln, Ueberfällen) und Wulsten	193
99.	3. Von den Pflasterrinnen	195
100.	4. Von den Stütz- und Futtermauern	196
101.	5. Von den Brücken	199
102.	Von den steinernen Brücken	200
103.	Von den hölzernen Brücken	203
104.	a. Die Jochbrücken	204
105.	b. Die Hängebrücken	208
106.	c. Die Sprengwerksbrücken	210
107.	6. Von den Durchlässen	211
108.	Steinerne Durchlässe	213
109.	Hölzerne Durchlässe	215
110.	7. Von den Wassereinfällen, Einfallstrichtern, Senkgruben	217
	IV. Nebenanstalten.	
111.	1. Von den Sicherheitsanstalten	218
112.	2. Von den Alleen und Baumpflanzungen	221
113.	3. Von den Materialplätzen	225
114.	4. Von den Eintheilungszeichen, Wegweisern, Markzeichen ꝛc.	225

Drittes Capitel.

Von den übrigen Rücksichten und Arbeiten beim Baue der Waldstraßen.

115.	Eintheilung	226
116.	I. Von den verfügbaren Mitteln	227
117.	II. Von der Leitung des Straßenbaues	228
118.	III. Von der Anfertigung der Kostenüberschläge	231
119.	Normalkostenanschläge	233
120.	IV. Von der zweckmäßigsten Zeit des Bauens	235

§. Seite

Viertes Capitel.

Von der Unterhaltung der Waldstraßen.

121. Im Allgemeinen 246
122. I. Unterhaltung der Fahrbahn 236
123. II. Unterhaltung der Fußbänke, Gräben und Böschungen 238
124. III. Ausbesserung sämmtlicher übrigen Bauten und Nebenanstalten 239
125. Ständige Aufsicht 239

Zweiter Abschnitt.

Von den Waldwegen.

126. Von den Waldwegen im Allgemeinen 240
127. Haupt- und Nebenwege 241
128. Allgemeine Hauptgrundsätze beim Baue der Waldwege 243
129. I. Absteckung der Längenrichtung und Anlage des Gefälles 243
130. II. Feststellung der Wegbreite 246
131. III. Sorgfältige Wasserableitung und Trockenlegung . 246
132. IV. Planirung, Herstellung der Wölbung und Erhaltung derselben 247
133. V. Entsprechende Behandlung der Bodenverhältnisse und Verbesserung ungünstiger 247
134. 1. Sandiger Lehm und Kiesboden (Erdwege) 248
135. 2. Reiner Sand (Flugsand) 250
136. 3. Thoniger, lehmiger, Dammerde-Boden 251
137. 4. Sumpfiger, morastiger Boden 251
138. Von den Knüppelwegen 252
139. Von den Buhnen- oder Faschinenwegen 252
140. Von den Reisigwegen 254
141. Versteinung ohne Kunstbau 254
142. Von den Damm- oder Deichwegen 255
143. VI. Ständige Unterhaltung der benutzten Waldwege . . 257

Dritter Abschnitt.

Von den übrigen Waldweganlagen.

144. Eintheilung 259
145. I. Von den Fußpfaden 259
146. II. Von den Reitwegen 261
147. III. Von den Schlittwegen 262
148. IV. Von den Jagdwegen 266

In Bayern wurden in den Staatswaldungen auf Waldwegbau pro Jahr verwendet 18 19/25 —

II Finz. Pferde	18 25/31	15,929 fl =	[illegible] M
III "	18 31/37	38926 " =	
IV	18 37/43	69070 " =	
V	18 43/49	112836 " =	
VI	18 49/55	121208 " =	
VI	18 55/61	206276 " =	
VIII	18 61/67	279769 " =	
speciell in J.	18 66/67	343553 " =	5280 [illegible]

in jüngern Zeit also fast gleich viel wie auf Culturen.
oder durchschnittl. 0 = 10 % der Brutto Einnahme.

Nr. 1861 hatten die bay. Forste an Weganlagen (s. S. Forstw. Bay. S. 273)

447743	Ruthen	Staats-Distrikts- u. Straße oder pro 1000 Tagwerk	184 Ruthen
330707	"	Chaussirte Wald- resp. Holzabfuhrwege " "	132 "
2,726,611	"	planirte Holzabfuhrwege incl. Schmuckstraßen "	1122 "
517,846	"	Schlitt- u. Ziehbahnen	214 "

Im Budget pro 1900 sind für Neubau u. Unterhaltung der Waldwege in Bayern 1½ Millionen Mark vorgesehen.
Dafür ist aber auch die Nettoeinnahme pro ha Staatswald von 1825, 1850 u. 1900 gestiegen von 4½ auf 10 M. u. auf 20 M.

Erster Theil.

Das Nivelliren.

Allgemeine Einleitung.

Historisches. I. Wie in fast allen Gebieten der Technik, so hat unser Jahrhundert namentl. auf jenem der Verkehrsmittel bekanntl. ausserordentl. Fortschritte im Vergleich gegen frühere aufzuweisen. In Folge der ganzen politischen u. socialen Richtung unserer Zeit hat sich die menschl. Arbeit vorzügl. den gemeinnützigen, Allen in der Gesammtheit dienenden öffentlichen Einrichtungen zugewandt und sucht die Schranken, welche „der Raum (d. h. die örtliche Entfernung) der Culturentwicklung in vielen Beziehungen hemmend in den Weg stellt, mit allen Mitteln des Scharfsinnes und den bedeutendsten Opfern von Kraftaufwand und von Kapital für immer zu beseitigen. Um diesen Zug unserer Zeit zu illustriren brauche ich nur auf die „Weltwunder der Jetztzeit" hinzuweisen, welche fast durchgehends in kühnen, die Gebirge überspannenden oder durchbohrenden Strassen- u. Bahnbauten, in Wundern des Brückenbaues u. Continente durchschneidenden Canälen bestehen.

II. Aber auch in die abgelegene Stille der großen Waldgebiete, fern von dem Gewühle der großen Handelsemporien ist der Pulsschlag der Neuzeit gedrungen und auch hier im speciell forstl. Gebiete ist „Erleichterung des Verkehrs" das Losungswort unseres Zeitalters geworden. Wer die Berichte über den Zustand der Transportverhältnisse in den deutschen Waldungen aus Schilderungen des vorigen Jahrhunderts kennen lernt, der wundert sich nicht mehr, daß damals ungeheure Flächen entlegener Forste noch reiner Urwald waren. Nur wo die Gunst einer benutzbaren Wasserstrasse eine Ausbeutung der Waldmassen gestattete, da waren

sie dem Verkehre zugänglich. Kunststraßen im jetzigen Sinne kannte man nicht und so kam es, daß oft in den Städten über Holzmangel und Theurung des unentbehrl. Brennstoffbedarfs geklagt wurde, während wenige Stunden entfernt Tausende von Baumriesen unbenutzt verfaulten.

Um aber einen klaren Einblick in die Bedeutung eines guten Verkehrsnetzes für die Waldwirthschaft zu gewinnen bedient man sich am besten des nationalökonomischen Gesichtspunktes: Der Waldbesitzer — sei es nun ein einzelner Privatmann, oder eine Gemeinde, oder endl. der Staat betrachtet seinen Wald als eine Quelle von Einnahmen für sich, als eine Art von Gewerbe oder von technischem Unternehmen, welches Überschüsse an Werthen über die Produktionskosten hinaus abwerfen solle. Diese jährl. Rein-Einnahme nach Abzug aller Unkosten nennt man die Waldrente und aus ihr berechnet sich durch Kapitalisirung der Waldwerth. Auf die Höhe dieser Waldrente hat nun abgesehen von der Fruchtbarkeit u. Standortsgüte, vor Allem die Transport-Entfernung und die Leichtigkeit des Holzausbringens Einfluß. In keinem Produktionszweige ist dieser Einfluß bedeutender als in der Forstwirthschaft, wo jede Meile Entfernung des Absatzgebietes vom Walde 15 bis 20% (d. i. $\frac{1}{5}$) vom Werthe der transportirten Waare verschlingt u. zwar selbst auf guten Wegen. Man hat berechnet, bis wie weit unter den dermaligen Preis-Verhältnissen Holz überhaupt noch beigefahren werden kann bis die Waldrente = 0 wird und c.a. 8 Meilen gefunden; ja schon bei 4 Meilen Entfernung kann der Selbstkostenpreis eines Ster Buchenholzes dem Waldeigenthümer auf beiläufig 15 M. Der Faktor der räumlichen Entfernung ist also in der Waldwirthschaft so ausschlaggebend, daß der

berühmte Nationalökonom v. Thünen die Forstwirthschaft gleich den Gärten in die unmittelbare Nähe der Städte verweist, um überhaupt rentabel zu sein. Wenn nun diese Berechnungen schon bei guten Weganlagen den ausserordentlichen Einfluß der Transportkosten auf die Rentabilität der Waldwirthschaft darthun, so muß unter einem mangelhaften Transportsystem die Waldrente noch unverhältnißmäßig mehr leiden. Wir finden daher thatsächlich in abgelegenen, nicht durch Strassen erschlossenen Waldungen die primitivsten Formen der Waldausnutzung (Aschenbrennen) während alle Forste mit intensivem Betriebe sich durch sorgfältig angelegte Strassennetze auszeichnen.

Soll aber ein Weg seine Aufgabe erfüllen, dann muß er 1., die Arbeitsleistung der Fuhrwerke auf das erreichbare Minimum verringern und zwar durch die geringste mögliche Abweichung von der Horizontalen, ~~durch~~ Ersparung aller Gegengefälle, dann
2., durch möglichste Verminderung der Reibung (36. Feldweg 75 × größer als Eisenbahnstraße 11-12 mal)
3., ~~durch~~ Muß die höchste Sicherheit u. Solidität durch die einfachsten Mittel erreicht werden
4., ~~durch~~ Das erforderliche Terrain so viel, als der Zweck es erlaubt, gespart werden.

Die praktische Durchführung dieser einzelnen Erfordernisse ~~erfordert~~ verlangt nun eine Summe von technischen Kenntnissen, welche zwar zunächst ins Ingenieurfach einschlagen, aber im Forstbetriebe mit wenigen Ausnahmen von dem Forst-Verwaltungs-Beamten verlangt werden ~~zugetheilt sind~~, weil
1., das forstl. Wegnetz mit der forstl. Betriebsführung Hand in Hand gehen muß.
2., Der vorkommenden Wegbauten zu viele und räumlich zu zerstreute sind, um von besonderen Ing. bewältigt werden zu können
3., Sowohl die Neuanlagen, als die Reparaturen oft schnell u. mit Benutzung eines geschulten lokalen Waldarbeiterstandes

I. Einleitung.

§. 1.

Allgemeine Betrachtungen und Begriffe.

Die Erde ist ihrer mathematischen Gestalt nach ein Sphäroid, dessen größter Durchmesser 1719 deutsche Meilen, dessen kleinster 1713 Meilen mißt. In der großen Mehrzahl der Fälle kann die Erde aber als eine Kugel von 6366740 Meter Halbmesser angesehen werden.

Bekanntlich sind alle Körper schwer und fallen, wenn kein Hinderniß entgegensteht, in bestimmter Richtung, der Schwererichtung. Es ist dieselbe, welche ein Faden annimmt, der an einem Ende durch ein Gewicht belastet, am andern gehalten wird und da diese Vorrichtung Loth oder Senkel genannt wird, so bezeichnet man die Schwererichtung als lothrecht oder senkrecht. Auch vertikal von vertex, Scheitel, wie ein Punkt heißt, von welchem aus ein frei fallender Körper zu unserem Standpunkte gelangen könnte. Jede durch die Schwererichtung gelegte Ebene heißt lothrechte oder vertikale Ebene*).

Mit demselben Grade der Genauigkeit, mit dem man die Erde als Kugel annimmt, sagt man die Schwererichtungen liefen alle im Mittelpunkte dieser Kugel zusammen. Die Vertikalen zweier Orte sind daher nicht parallel, sondern convergent; z. B. sind die Lothe zweier um 15 deutsche Meilen von einander abstehender Punkte der Erdoberfläche um 1 Grad gegen einander geneigt (gemäß der Definition der Meile als 15ten Theil des Grades eines größten Kreises der Erdkugel); die Neigung zweier um $^1/_4$ Meile entfernter Lothe ist also nur eine Minute und kann bei geringerer Entfernung vernachlässigt werden, so daß sie dann als parallel gelten dürfen.

*) Vertikal, lothrecht, senkrecht (auch perpendikular) bezeichnen die Schwererichtung. Mißbräuchlich gebrauchen Viele diese Worte um rechtwinkelig oder normal damit auszudrücken, d. h. anzugeben, zwei Richtungen bildeten rechte Winkel mit einander.

§. 2.

Horizont im Allgemeinen.

Horizont*) heißt Begrenzung, mit Bezug auf unsere Erde Begrenzung der Erdgestalt, des Erdkörpers. Eine zur Vertikalen rechtwinkelige Richtung heißt horizontal oder wagerecht. Durch einen Punkt lassen sich unendlich viele Horizontale ziehen (nach Nord, West u. s. w.); der Inbegriff aller dieser durch denselben Punkt gehenden Horizontallinien (ihr geometrischer Ort) ist die Horizontalebene dieses Punkts. Punkte derselben Vertikallinie haben parallele Horizontalebenen, während die Horizontalebenen der Punkte auf verschiedenen Vertikalen gerade so gegen einander geneigt sind, als diese Vertikalen. Es können demnach die Horizontalebenen nahe gelegener Punkte als parallel angenommen werden. Die Horizontalebenen für die verschiedenen Punkte der Erdoberfläche sind, weil sie rechtwinkelig zu den Vertikalen oder Erdhalbmessern stehen, Tangentialebenen zur Kugel.

Die Oberfläche im Gleichgewichtszustande befindlicher Flüssigkeiten ist rechtwinkelig zur Schwererichtung; für solche Ausdehnungen, für welche die Vertikalen als parallel gelten können, ist daher die Wasseroberfläche als Horizontalebene ansehbar. Daher statt horizontal auch zuweilen wassergleich gesagt wird.

Im allgemeinsten Sinne versteht man unter der Höhe eines Punktes seinen Abstand vom Erdmittelpunkt. Der Höhenunterschied zweier Punkte ist der Abstand der durch dieselben gedachten Kugelschaalen, deren Mittelpunkt der Erdmittelpunkt ist. Wie erwähnt können bei geringerer Ausdehnung solche Kugelschaalentheile als horizontale Ebenen angesehen werden.

Man hat zu unterscheiden:

a. den Meereshorizont,
b. den wahren oder wirklichen Horizont, } Kugelflächen,
c. den scheinbaren und
d. den astronomischen Horizont, } Ebenen.

§. 3.

a. Der Meereshorizont.

Die ausgedehnten Wassermassen, im Ruhezustand gedacht, bilden die mathematische, von den zufälligen Erhebungen und Senkungen befreite

*) ὁρίζειν, begrenzen.

Oberfläche der Erde. Die Meeresfläche beträgt etwa zwei Drittheile der gesammten Erdoberfläche, welche ohngefähr neun Millionen Quadratmeilen mißt. — Diese rings um die Erde liegende Wassermasse wird stellenweise durch hervorragendes Festland (Continent) unterbrochen. Um die Oberflächen der Meere zusammenhängend zu machen, denkt man sich diese Gewässer da, wo sie durch festes Land unterbrochen sind, nach dem Gesetze der Stetigkeit durch fingirte Wasserflächen fortgesetzt, und erhält so eine Kugeloberfläche, welche *Meereshorizont**) genannt wird. Die Erhebung des Festlandes über den Meereshorizont ist im Vergleiche zum Halbmesser der Erde so außerordentlich klein, daß die Vernachlässigung desselben die Vorstellung über die Gestalt der Erde als Ganzes nicht wesentlich ungenau macht. Für die Betrachtung der Oberflächengestaltung im Einzelnen aber sind die Erhebungen über den Meereshorizont Gegenstand der Messungen.

Diese Erhebung wird natürlich in *vertikaler Richtung* gemessen und man nennt die Punkte des Festlandes, weil sie weiter von dem Erdmittelpunkte entfernt sind, als der Meereshorizont, *höher liegend* als dieser; daher der Ausdruck „*Erhebung oder Lage eines Punktes über dem Meereshorizonte, der Meeresfläche.*“

§. 4.

b. Der wahre Horizont.

Unter *wahrem oder wirklichem Horizont* eines Ortes versteht man *eine mit dem Meereshorizonte concentrische Kugeloberfläche*. Für jeden Punkt der Hervorragungen des Festlandes über dem Meereshorizonte, dessen Entfernung vom Erdmittelpunkte *eine andere* ist, wird auch der *wahre* Horizont ein *anderer*. Für alle *gleichhoch* gelegenen Punkte ist der wahre Horizont der nämliche.

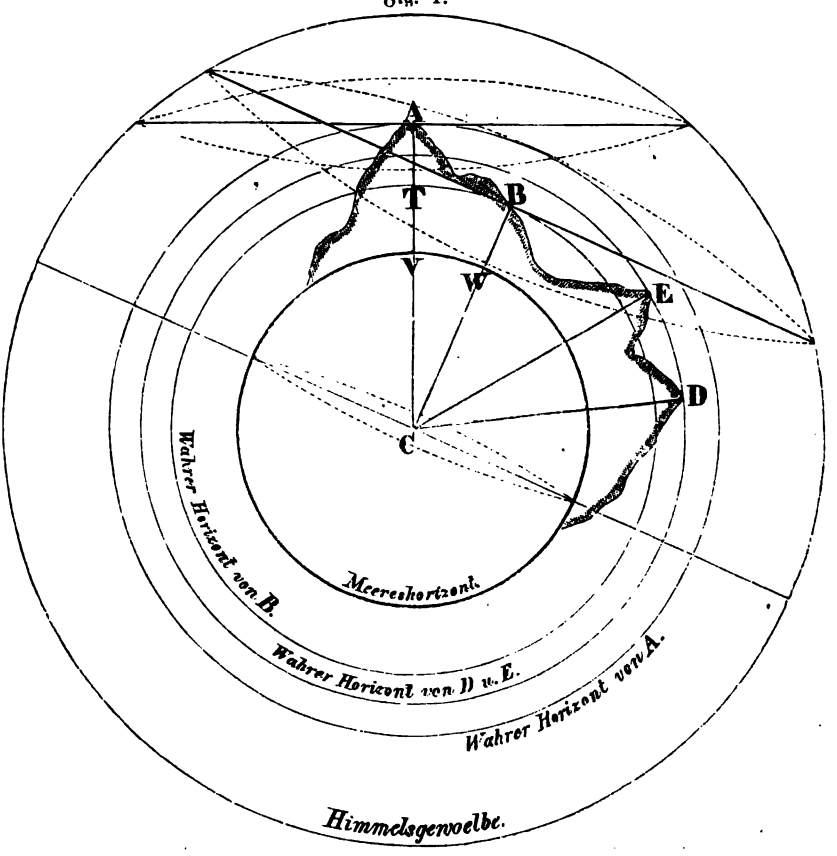
Figur 1 versinnlicht den Meereshorizont, dann den wahren Horizont der gleich hoch liegenden Punkte D und E, sowie jene der verschieden hochgelegenen Punkte A und B. Die Erhebungen der Berge sind ungemein übertrieben groß in der Figur dargestellt, weil das wirkliche Ver-

---

*) Da die einzelnen Meere, welche unsere Erde umgeben, selbst nicht alle gleichweit vom Mittelpunkte der Erde entfernt, d. h. mit ihren Flächen nicht gleich hoch liegen, so erhält man *verschieden hoch gelegene Meereshorizonte*, je nachdem man von dem einen oder anderen Meere ausgeht, und es bilden also die in verschiedenen Ländern den Vermessungen zu Grunde gelegten Meereshorizonte *concentrische Wasserkugeloberflächen*.

hältniß selbst auf dem größten Papierbogen die Erhebungen über den Meereshorizont noch nicht erkennen ließe.

Fig. 1.



§. 5.

c. Der scheinbare Horizont.

Scheinbaren Horizont eines bestimmten Punktes nennt man die zum wahren Horizonte dieses Punktes in letzterem gelegte Tangential-Ebene, welche bis an das die Erde concentrisch umgebende Himmelsgewölbe verlängert gedacht, dieses in einem Kreise schneidet, welcher den für uns sichtbaren Theil des Himmels begrenzt, darum Gesichtskreis genannt wird.

Für die demselben Erddurchmesser angehörenden Punkte sind die scheinbaren Horizonte parallele Ebenen, Kreisflächen. Die schein-

baren Horizonte zweier Punkte sind ebenso gegen einander geneigt, wie ihre Vertikalen.

Figur 1 zeigt die scheinbaren Horizonte der Orte A und B.

§. 6.

d. Der astronomische Horizont.

Eine Ebene, parallel mit dem scheinbaren Horizonte eines Punkts durch den Mittelpunkt der Erde gelegt, nennt man den astronomischen Horizont dieses Punktes. Er schneidet die Erdkugel in einem größten Kreise und hälftet sie, sowie das Himmelsgewölbe. Es gibt also für jeden nicht auf demselben Erddurchmesser liegenden Punkt einen andern astronomischen Horizont, während für alle demselben Erddurchmesser zugehörende Punkte der astronomische Horizont der nämliche bleibt.

Es wurde hier nur aus dem Grunde des astronomischen Horizontes gedacht, um Mißverständnissen und Verwechselungen, welche zwischen dem astronomischen Horizonte und dem wahren oder wirklichen entstehen können, vorzubeugen. Es wird nämlich manchmal der astronomische Horizont vom Standpunkte des Astronomen als der „wahre Horizont" bezeichnet und wiederum in andern Fällen der wahre Horizont des Geometers „wirklicher Horizont" genannt.

Die beiden letztgenannten Horizonte, der scheinbare und astronomische, sind also Ebenen, Kreise, während die erstbesprochenen Kugelflächen sind.

Figur 1 zeigt den astronomischen Horizont des Ortes B.

§. 7.

Begriffe von „hoch und tief", „absoluter und relativer Höhe".

Der allgemeinste Begriff der „Höhe" ist, wie bereits im §. 1 erörtert, die Entfernung eines Punktes vom Erdmittelpunkte und ist gleich der Länge des Halbmessers des wahren Horizontes für den betreffenden Punkt. Wir sehen also, daß alle Punkte mit Ausnahme des Erdmittelpunktes eine Höhe haben, „hoch liegen" und daß demnach der Begriff von „tief" kein absoluter ist, sondern nur eine relative Höhe ausdrückt.

Wenn die Erde als Kugel, begrenzt von der Wasserkugelfläche des Meereshorizontes, gedacht wird, und die Höhen des über letzteren hervor-

ragenden Festlandes gemessen werden sollen, so ist nicht nothwendig, dieses Höhenmaaß immer auf den Mittelpunkt der Erde (des Meereshorizontes) zu beziehen, sondern es genügt, dabei unmittelbar von der Fläche des angenommenen Meereshorizontes auszugehen, und man nennt die Erhebung eines Punktes über dem Meereshorizonte dessen „absolute Höhe" oder Lage über der Meeresfläche. Addirt man zu dieser Höhe den Halbmesser des Meereshorizontes (Erdkugel), so erhält man wieder die Entfernung jenes Punktes vom Erdmittelpunkte. Das Maaß der absoluten Höhe eines Punktes ist also ausgedrückt durch den Unterschied der Halbmesser seines wahren Horizontes und des Meereshorizontes.

Vergleicht man die absoluten Höhen zweier oder mehrerer Punkte durch Subtraktion miteinander, so erhält man die „relative Höhe" oder „Tiefe." Die relativen Höhen sind ausgedrückt durch die Unterschiede der Halbmesser der wahren Horizonte für die verglichenen Punkte. Um die Bestimmung solcher relativen Höhen handelt es sich hier vornehmlich.

Figur 1 zeigt:

A V als die absolute Höhe des Punktes A = A C — V C.

B W als die absolute Höhe des Punktes B = B C — W C.

A T als die relative Höhe von A gegen B = A C — B C.

Es ist eine in vielen Beziehungen nicht unwichtige Frage, die Erhebung eines Ortes über dem Meereshorizonte (Meeresfläche) oder seine absolute Höhe zu kennen. Erst die neuere Zeit hat die Mittel verschafft, die Bestimmung der Höhe eines Ortes mit einer Zuverlässigkeit zu erreichen, welche für alle einschlägigen Fragen völlig ausreichend ist. Es sind nämlich durch die topographischen Triangulirungskommissionen einerseits und durch die bei den Eisenbahnvermessungen thätigen Ingenieure andrerseits zusammenhängende Nivellirungen von dem adriatischen Meere, sowie von der Nord- und Ostsee durch ganz Deutschland angestellt worden*).

---

*) Meereshöhe einiger bayerischer Eisenbahnhöfe:

Aschaffenburg . . .	130 Meter.	Immenstadt	732 Meter.
Augsburg	490 „	Kaufbeuren	680 „
Bamberg	240 „	Kempten	696 „
Bayreuth	345 „	Kulmbach	304 „
Bodenseespiegel . . .	394 „	Lichtenfels	264 „
Donauwörth	406 „	Lindau	399 „
Erlangen	279 „	München	521 „
Günzach (höchster Bahnpunkt)	760 „	Neu-Ulm	471 „
		Nördlingen	431 „
Hof	504 „	Nürnberg	310 „

II. Von der Beschaffenheit der Höhenmesser im Allgemeinen, dem Begriffe des Nivellirens und den verschiedenen Methoden desselben.

§. 8.

Von den Instrumenten zum Höhenmessen im Allgemeinen.

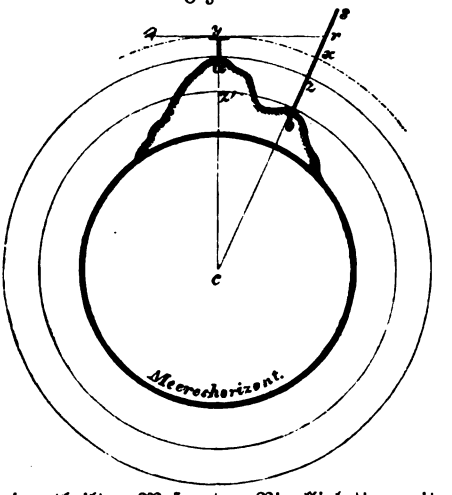
Um die relative Höhe zweier Punkte, d. h. die Unterschiede der Halbmesser ihrer wahren Horizonte unmittelbar messen zu können, bedarf man:

1) eines Mittels, an jedem beliebigen Punkte der Erdoberfläche in der Richtung des wahren Horizontes blicken zu können.

2) Maaßstäbe, die an jedem Punkt vertikal aufgestellt werden können.

Denn um z. B. Fig. 2 die relative Höhe zwischen a und b, d. h. das Stück bz = az′ zu messen, muß man im Punkte b ein Maaß bs vertikal aufstellen, im Punkte a mittelst des Instrumentes ay die Richtung des wahren Horizontes yx angeben und in dieser nach dem Maaße bs sehend, die Höhe bx ablesen. Wird an der abgelesenen Höhe die Instrumentenhöhe ay abgezogen, so wird das gesuchte Stück bz = az′ erhalten.

Fig. 2.



Die unter No. 2 aufgeführten Maaßstäbe besitzt man in den eingetheilten Meß- oder Nivellirlatten mit Lothen, von welchen später die Rede sein wird; nicht aber kann den Instrumenten die unter 1 bedingte Eigenschaft gegeben werden, in der Richtung des wahren Horizontes blicken zu lassen, da die Absehrichtung immer eine gerade ist.

Diese Unvollkommenheiten sind Ursache, daß die Höhenmessungen nicht auf die Kugelfläche des wahren Horizontes unmittelbar zu-

---

Rosenheim	446 Meter.	Traunstein	596 Meter.
Schweinfurt	212 „	Würzburg	182 „

rückgeführt werden können, sondern nöthig wird, sie auf die Ebene des scheinbaren Horizontes zu beziehen, dessen Richtung die Instrumente darzustellen vermögen. Die erhaltenen Resultate müssen aber alsdann durch Correctionen auf den wahren Horizont zurückgeführt werden.

Man mißt also in diesem Falle Fig. 2 statt der Lattenhöhe bx jene br und erhält dadurch ein unrichtiges Ergebniß.

Wir werden später auf diesen begangenen Fehler zurückkommen und zeigen, auf welche Weise derselbe verbessert wird.

§. 9.

Princip der Instrumente, Nivellirinstrumente, — Nivelliren.

Jedes Instrument ist zum Gebrauche um so besser, je genauer es die Richtung des scheinbaren Horizontes angibt. Das Hülfsmittel zur Herstellung einer wagerechten Absehelinie, in welcher zu blicken ist, ist verschieden und darnach sind die Instrumente verschieden.

Entweder:

A. Man stellt mit Hülfe des Lothes eine vertikale Richtung her und construirt rechtwinkelig auf diese eine Absehelinie, oder

B. Man benützt den Stand tropfbarer Flüssigkeit in communicirenden Röhren und zielt mit dem Blicke über deren zur Ruhe gekommene freie Oberflächen, welche nach hydrostatischen Gesetzen in einer Horizontalebene liegen; oder endlich

C. Man benützt eine Röhrenlibelle, zur Vergewisserung, daß eine verstellbare Absehelinie horizontal verläuft.

Alle in obige drei Abtheilungen gehörige Instrumente heißen im Allgemeinen Nivellirinstrumente*), und zerfallen nach der angenommenen Grundlage in drei Gruppen, nämlich:

A. Pendelinstrumente,
B. Röhreninstrumente und
C. Libelleninstrumente.

Das Meßgeschäft selbst, welches mittelst dieser Instrumente die Höhenunterschiede bestimmt, heißt „Nivelliren".

*) Von Niveau, Horizontalebene des Wassers.

Im Wesentl. ist das Nivelliren stets ein staffelweises Messen von horizontaler Grundlinie und vertikaler Höhe oder ein Zerlegen unregelmäßiger Gefälllinien in eine beliebige Anzahl von Geraden, welche sich als Hypotenusen rechtwinkliger ΔΔ aneinander reihen u. durch Messung ziffermäßig gefunden werden. Die Summe der wagerechten Katheten heißt die „Gesamtlänge", die Summe der vertikalen Katheten heißt „Gesamthöhe" (= od. Fall) und das Verhältniß zwischen Gesamtlänge u. Höhe heißt das durchschnittl. Gefäll.

Im Allgemeinen vereinfacht es die Arbeit sehr, wenn man die horizontalen Stationen gleich lang macht und die wichtigsten Gefälls-Brechpunkte zwischen einschaltet. In der Längsrichtung nimmt man die Stationslänge nicht über 50 m., bei Querprofilen ist die kleinste Länge 1–3 m.

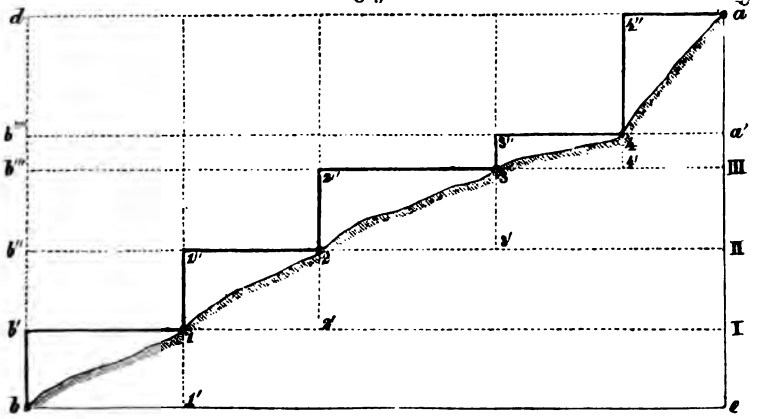
Ehe wir zu der Beschreibung und dem Gebrauche der einzelnen Nivellirinstrumente übergehen, wollen wir zuvor von dem Gange der Messung im Allgemeinen und von den verschiedenen Weisen des Nivellirens sprechen.

§. 10.

Staffelmessung. (Figur 3.)

Soll die Höhe eines Berges, d. h. der Höhenunterschied zwischen dessen Gipfel a und der Thalsohle b bestimmt werden, so ist das Maaß dieser Höhe ausgedrückt durch die Länge der Linie, welche entsteht, wenn vom Punkte a aus der Halbmesser seines wahren Horizontes, d. h. eine Vertikale gezogen und durch b der scheinbare Horizont gelegt wird.

Fig. 3.



Der Punkt e, in welchem die Lothrechte aus a den scheinbaren Horizont von b trifft, heißt die Projection von a auf diesen Horizont, die Strecke a e aber gibt die Höhe des Gipfels a über b.

Es ist nicht möglich, diese Strecke a e unmittelbar zu messen, da man nicht in den Berg gelangen kann. Dieselbe ist deshalb durch Construction aus dem Berg herauszutragen, um sie zugänglicher zu machen, dadurch, daß durch a eine Parallele mit b e und durch b eine solche mit a e gezogen (durch a der scheinbare Horizont gelegt und durch b eine vertikale Richtung hergestellt wird), welche sich im Punkte d schneiden. Nun ist b d = a e. Aber auch diese neu entstandene Linie b d ist, wenn sie groß wie bei einem Berge ist, immer noch nicht unmittelbar zu messen, sondern es wird nöthig, diese lange Linie in eine beliebige Anzahl kleiner, meßbarer Stücke derart zu zerlegen, daß deren Summe der Länge b d = a e gleichkommt. Zu diesem Zwecke bewege man sich auf der Oberfläche

des Berges von b gegen a oder umgekehrt und nehme in beliebig großen Entfernungen beliebig viele Zwischenpunkte (Stationspunkte), z. B. 1, 2, 3, 4 an, ziehe durch alle diese Punkte Parallele mit da und bd, d. h. lege durch alle diese Stationspunkte b, 1, 2, 3, 4 u. s. f. mittelst der Instrumente den scheinbaren Horizont, und stelle in denselben eingetheilte Meßlatten (Nivellirlatten) vertikal auf. Die Figur zeigt, daß jetzt die Linie bd in fünf oder beliebig viele, meßbare Stücke zerlegt ist, deren Summe der Linie bd = ae gleich ist.

Denn es ist aus geometrischen Gründen

$$\begin{aligned}
bb' &= bb' &&= 1'1 = el,\\
11'' &= b'b'' &&= 2'2 = I—II,\\
22'' &= b''b''' &&= 3'3 = II—III,\\
33'' &= b'''b'''' &&= 4'4 = IIIa',\\
44'' &= b''''d &&= a'a = a'a. \text{ Welches summirt gibt:}\\
\hline
bb' + 11'' + 22'' + 33'' + 44'' &= bd =\\
1'1 + 2'2 + 3'3 + 4'4 + a'a &= ae.
\end{aligned}$$

Die zu messenden Stücke bb', 11'', 22'', 33'', 44'' bilden mit den ihnen zugehörigen Horizontalentfernungen b'1, 1'' 2, 2'' 3, 3'' 4, 4'' a an der Oberfläche des Geländes eine treppenförmige Figur, weßhalb man die auf solche Weise vorschreitende Messung „Staffelmessung" nennt.

§. 11.

Methoden des Nivellirens.

Unsere nächste Aufgabe ist es, zu zeigen, auf welche Weise diese Stücke bb', 11'', 22'', 33'', 44'' durch Nivelliren gemessen werden. Man gelangt dazu auf zwei Wegen und unterscheidet hiernach zwei Methoden des Nivellirens, nämlich:

1) Das Nivelliren aus dem Endpunkte der Station.
2) Das Nivelliren aus der Mitte der Station.

Wir werden im Nachstehenden beide Verfahrungsarten näher kennen lernen.

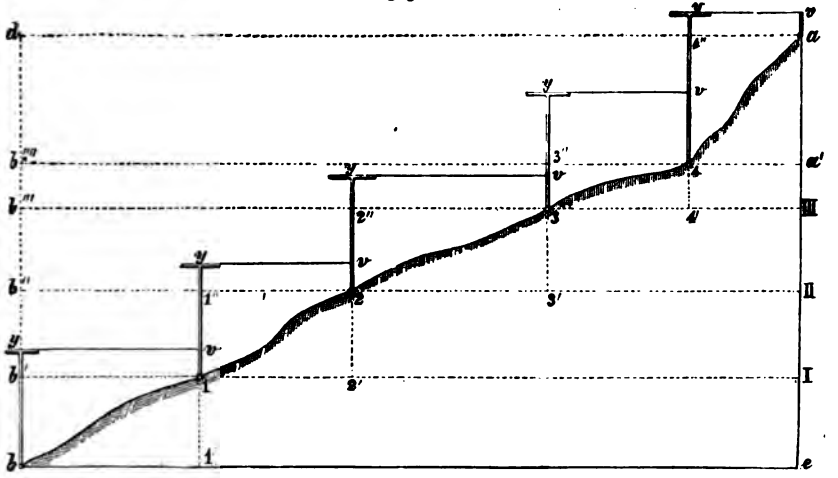
§. 12.

1. Das Nivelliren aus dem Endpunkte der Station. (Figur 4.)

Dieses Nivelliren, welches auch „Vorwärtsnivelliren" genannt wird, besteht in folgendem Verfahren:

Um die Größe des Stückes bb' zu messen, stelle man in dem einen Endpunkte b der Station b bis 1 ein Nivellirinstrument by auf, errichte mittelst desselben den scheinbaren Horizont y v, ziele in dieser Richtung nach der in dem andern Endpunkte 1 der Station lothrecht aufgestellten Nivellirlatte und lese die Höhe 1 v an dieser ab. Mißt man die Instrumentenhöhe by bis zur Absehelinie, so gibt der Unterschied by — 1 v (die Instrumentenhöhe weniger der Lattenhöhe) den gesuchten Höhenunterschied bb' der Stationspunkte b und 1 an. Auf diese Weise rückt man vorwärts und ermittelt zunächst die Höhe 11'', indem man wiederum in dem Endpunkte 1 der Station 1 bis 2 das Instrument aufstellt, in der Richtung des scheinbaren Horizontes nach der in dem anderen Endpunkte 2 lothrecht aufgestellten Meßlatte zielt und die Lattenhöhe 2 v ablieſt, welche von der bis zur Absehelinie gemessenen Instrumentenhöhe 1 y abgezogen (1 y — 2 v) die gesuchte Höhe 11'' liefert; ebenso werden alle übrigen Stücke 22'', 33'', 44'' gemessen und geben zusammengezählt den ganzen Höhenunterschied bd = ae zwischen a und b.

Fig. 4.



Daß man ebenso gut von oben nach unten, d. h. von a gegen b hätte nivelliren können, bedarf kaum der Erwähnung. In diesem Falle wären umgekehrt wie vorhin, alle Instrumentenhöhen kleiner gewesen als die dazu gehörigen Lattenhöhen.

Wenn man es sich zum Gesetze macht, in allen Fällen den Höhenunterschied dadurch zu ermitteln, daß man immer die abgelesene Lattenhöhe von der Instrumentenhöhe abzieht, so ist aus dem Vorhergehenden ersichtlich:

a. wenn die Instrumentenhöhe größer ist, als die abzuziehende Lattenhöhe, so ist das Ergebniß positiv, das Gelände steigt;
b. gegentheiligenfalls verhält es sich umgekehrt;
c. sind Instrumentenhöhe und Lattenhöhe einander gleich, so liegen die beiden Endpunkte der betreffenden Station in gleichem Niveau, d. h. gleich hoch.

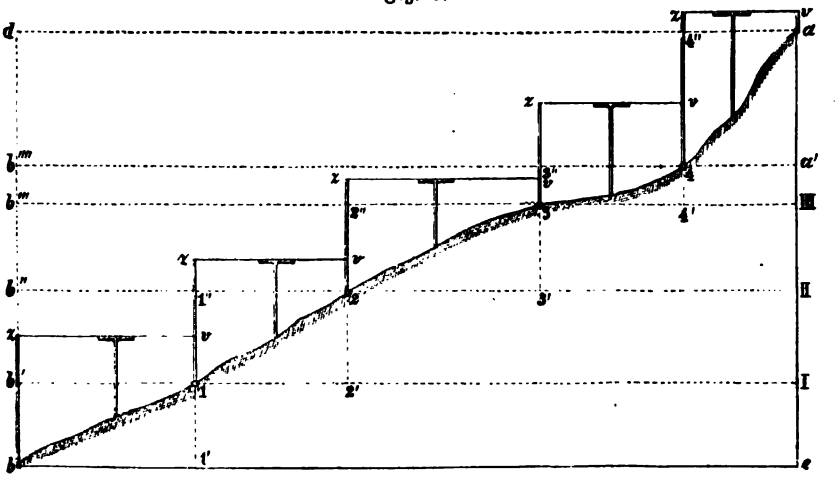
§. 13.

2. Das Nivelliren aus der Mitte der Station. (Fig. 5.)

Diese Methode ist wegen der vielen Vortheile, welche sie der ersteren gegenüber gewährt, die gewöhnliche, fast ausschließlich gebräuchliche und besteht in Folgendem:

Um das Stück bb' zu messen, stelle man sich mit einem Nivellirinstrumente beiläufig in der Mitte der Station b bis 1 auf, nehme ein Absehen in der Richtung des scheinbaren Horizontes nach den in den Endpunkten b und 1 lothrecht aufgestellten Meßlatten, lese die Lattenhöhe bz (hintere) und jene 1v (vordere) ab, so gibt deren Unterschied bz — 1v = bb' den Höhenunterschied zwischen b und 1 an. Die Höhe des Instrumentes kommt hierbei ganz außer Betracht, da sie, weil nach beiden Seiten hin gleichbleibend, aus der Rechnung fällt. Ebenso ist der Aufstellungspunkt des Instrumentes, welcher mit den Stationspunkten b und 1 durchaus nicht in gerader Linie zu liegen braucht, sondern seitlich gewählt sein kann, ganz willkürlich.

Fig. 5.



Hierauf bestimme man das Stück 11″ auf ganz gleiche Weise, indem man sich mit dem Instrumente beiläufig in der Mitte der Station 1 bis 2 aufstellt und in der Richtung des scheinbaren Horizontes nach den in 1 und 2 lothrecht gehaltenen Latten zielend die Lattenhöhe 1 z (hintere) und 2 v (vordere) ablieſt, wodurch 1 z — 2 v = 11″ gefunden wird; auf ganz dieſelbe Weiſe werden alle übrigen Stücke gefunden, nämlich 22″, 33″, 44″, welche zuſammengezählt die Höhe b d = a e ausmachen.

Die beiden zu jeder Aufſtellung gehörigen Lattenhöhen unterſcheidet man dadurch von einander, daß man die dem Anfangspunkte der Meſſung (vom Aufſtellungspunkte des Inſtrumentes aus) zugewendete, die hintere (Rückblick), dagegen jene dem Endpunkte des Nivellements zugekehrte, die vordere Lattenhöhe (Vorblick) nennt. Hat man alſo in der Richtung von b gegen a aufwärts gemeſſen, ſo iſt b der Anfangs- und a der Endpunkt des Nivellements; übrigens hätte ſelbſtverſtändlich die Meſſung ebenſo gut abwärts von a gegen b hin ſtattfinden können, wobei jedoch die ſämmtlichen vorderen Lattenhöhen größer geworden wären als die zugehörigen hinteren.

Wenn man wiederum als Regel feſthält, den Höhenunterſchied jedesmals dadurch zu finden, daß man die vordere Lattenhöhe immer von der hinteren abzieht, ſo iſt aus dem Vorhergehenden klar:

a. Wenn die hintere Lattenhöhe größer iſt als die vordere, ſo wird das Ergebniß poſitiv, es ſteigt das Gelände;

b. im Gegentheile verhält es ſich umgekehrt;

c. ſind beide Lattenhöhen gleich groß, ſo liegen die beiden Endpunkte der Station gleich hoch (in gleichem Niveau).

d. Die kleinen Stücke b b′, 11″, 22″ u. ſ. f. bezeichnen die ſpeciellen Steigungen (abwärts ſpeciellen Fall) je zweier zunächſt gelegener Stationspunkte, durch deren Zuſammenzählung ſich die Totalſteigung (abwärts Totalfall) vom Anfangspunkte bis zu dem letzten Stationspunkte ergibt. So iſt z. B. b b′ + 11″ = b b″ die Totalſteigung von b bis 2; ebenſo b b′ + 11″ + 22″ = b b‴ die Geſammtſteigung von b bis 3 u. ſ. f.

e. Die horizontalen Entfernungen zwiſchen je zwei zunächſt gelegenen Stationspunkten nennt man die ſpeciellen Längen, durch deren Zuſammenzählung ſich gleichfalls wieder die totale Länge vom Anfangspunkte bis zum letzten Stationspunkte ergibt. — So iſt z. B. b′ 1 + 1″2 + 2″ 3 = b‴3 die totale Länge von b bis 3 u. ſ. f. Dabei können, wie hier angenommen, die Sta-

tionspunkte 1, 2, 3, 4 u. s. f. mit b und a in gerader Linie liegen, oder aber, wie dieser Fall bei der Absteckung von Wegerichtungen häufig vorkommt, von der durch b und a gegebenen Richtung abweichen, in welch' letzterem Falle dann die totalen Längen nicht die kürzesten Entfernungen, sondern die über alle zwischenliegende Stationspunkte gemessenen angeben.

§. 14.

Nivellementstabelle.

Die nachstehende Tafel, in welche die Ergebnisse des Nivellements einzutragen sind, gibt die Erläuterung zu dem oben Gesagten:

Bezeichnung der Station	Lattenhöhe,		Speciell		Total.		Horizontale Länge,		Bemerkungen.
	hintere.	vordere.	Steigung +	Fall. −	Steigung +	Fall. −	specielle.	totale.	
	Meter.								
b—1	1.630	0.580	1.050	—	1.050	—	60	60	
1—2	1.975	0.855	1.120	—	2.170	—	58	118	
2—3	2.140	1.010	1.130	—	3.300	—	68	186	
3—4	1.565	1.150	0.415	—	3.715	—	45	231	
4—a	2.390	0.675	1.715	—	5.430	—	54	285	
	9.700	4.270	5.430	—	5.430	—	285	285	

Die in vorstehender Tafel enthaltenen Angaben sind zum großen Theile unnöthig, wenn es sich um eine reine Höhenmessung handelt. Wollte man bloß ermitteln, wie hoch Punkt a über b liegt, so bedürfte es nur der Aufzeichnung der jedesmaligen abgelesenen Lattenhöhen; zieht man alle hinteren Lattenhöhen zusammen und ebenso alle anderen und zieht letztere Summe von ersterer ab, so findet man die Totalsteigung bd = ae (9,700 — 4,270 = 5,430). Dagegen sind die in der Tabelle aufgenommenen Einzel-Angaben nothwendig, wenn es sich um die Zeichnung von Profilen, um Erdmassenberechnung, Straßenanlagen mit auszugleichendem Gefälle u. s. w. handelt, worüber in dem zweiten Theile das Ausführliche folgen wird, und ist überhaupt die Einrichtung der Tafel je nach den Zwecken des Nivellements und der Beschaffenheit der Instrumente jedesmal entsprechend anzulegen, beziehungsweise abzuändern.

§. 15.

Einfaches — zusammengesetztes — Contre-Nivellement; General- und Detail-Nivellement.

Wenn zwei Punkte, z. B. b und 1 (Figur 5), deren Höhenunterschied bb bestimmt werden soll, nahe genug beisammen liegen und zwar zugleich so, daß man von dem einen Endpunkte aus den andern, oder beide von der Mitte aus sehen kann, und man also das Instrument nur einmal aufzustellen braucht, um den Höhenunterschied zu finden, so nennt man die Messung ein „einfaches Nivellement." Ist aber die Entfernung der beiden Punkte, z. B. b und a, deren Höhenunterschied bd = ae gesucht wird, zu groß, oder letzterer zu bedeutend, um bei einer einmaligen Aufstellung die Messung vornehmen zu können, oder befinden sich Hindernisse zwischen den zu vergleichenden Punkten, welche eine mehrmalige Aufstellung des Instrumentes bedingen, so heißt das Geschäft ein „zusammengesetztes Nivellement."

Jedes Nivellement soll wenigstens zweimal und zwar nach entgegengesetzten Richtungen gemacht werden (also einmal von b gegen a, das anderemal von a gegen b), wenn über die Richtigkeit seiner Resultate kein Zweifel bestehen soll. Man nennt das zweite, zur Controle des ersteren hergestellte das Contrenivellement.

Generalnivellements werden unternommen, um entweder vorläufig den zweckmäßigsten Zug (Trace) für eine zu bauende Straße, Eisenbahn u. s. f. aufzufinden, oder einzelne Fixpunkte in einem bereits entworfenen Straßenzuge festzustellen, welche für das Nivelliren im Einzelnen als Anhaltspunkte dienen, oder um ein bereits ausgeführtes Nivellement zu prüfen.

Die zu ersterem Zwecke vorgenommenen Generalnivellements werden auch Probe- oder Rekognoscirungsnivellements genannt.

Die Generalnivellements werden immer mit den vorzüglichsten Fernrohrinstrumenten mit Libellen ausgeführt, damit die Stationen möglichst groß genommen und die in der Regel verlangte Schärfe erreicht werden können.

Bei den Detailnivellements dagegen, welche meistens und zwar besser mit den gewöhnlicheren Nivellirinstrumenten vorgenommen werden, mit welchen die Arbeit schneller geht und dabei doch hinlänglich genau wird, sind die Stationen viel kleiner *), weil alle erheblichen Abweichungen des Geländes berücksichtigt werden müssen, um ein genaues Profil der

*) In stark wellenförmigem Gelände oft nur 10 Meter lang.

ganzen Linie als Hauptgrundlage der Kostenberechnung eines Straßenbaues ꝛc. herzustellen.

§. 16.

Vergleichung beider Nivellirmethoden.

Wenn man die beiden Verfahrungsarten beim Nivelliren mit einander vergleicht, so ist ersichtlich, daß die letztere Methode verschiedene Vortheile gegenüber dem Nivelliren aus dem Endpunkte der Station gewährt, welche der Hauptsache nach in folgenden bestehen:

a. Bei dem Nivelliren aus der Mitte können die Stationen doppelt so groß genommen werden, weil man sich in der Mitte der Station aufstellt. Das Messen geht also bei dieser Methode weit schneller vor sich, als bei der anderen.

b. Ebenso braucht die Instrumentenhöhe, weil sie nicht in Rechnung kommt, nicht gemessen zu werden, wodurch gleichfalls die Arbeit gefördert wird, während beim Vorwärtsnivelliren mit vielen Instrumenten, bei jeder Aufstellung die Instrumentenhöhe gemessen werden muß.

c. Bei dem Nivelliren aus dem Endpunkte der Station entstehen fehlerhafte Resultate, welche verbessert werden müssen, während diese Fehler bei dem Nivelliren aus der Mitte, weil nach beiden Seiten hin in gleichem Maaße aber entgegengesetzten Sinnes stattfindend, sich aufheben. Diese Fehler beziehen sich auf den Einfluß der Erdkrümmung und der Strahlenbrechung, dann auf gewisse Mängel der Instrumente und werden in den nachfolgenden §§. besprochen werden.

d. Die durch eine falsche (nicht horizontal liegende) Zielinie begangenen Fehler sind gleichfalls bei dem Nivelliren aus der Mitte der Station geringer, weil sie sich nach beiden Seiten hin ausgleichen, was bei der ersteren Methode nicht der Fall sein kann. Hierüber gibt §. 38 den nöthigen Aufschluß.

Aus vorerwähnten Gründen ist offenbar die Methode des Nivellirens aus der Mitte der Station der anderen Methode weitaus vorzuziehen und sollte, wenn immer möglich, ausschließlich gebraucht werden.

Der Einfluß der Erdkrümmung kann viel einfacher auf folgende Weise berechnet werden: Nach einem Lehrsatz der Geometrie ist die Tangente = der mittleren Proportionale aus der ganzen Sekante desselben Punktes u. dem außerhalb des Kreises liegenden Stücke der Sekante. Also ist von $cx = R$

$$xf^2 = fm \times fd \quad \text{oder} \qquad d^2 = 2R + x)x$$

$$xf^2 = (fd + 2R) \times fd \qquad \frac{d^2}{2R+x} = x$$

also $fd = \dfrac{xf^2}{2R + fd}$ d. h. Quadrat der Stationslänge getheilt durch den Erddurchmesser oder bei mittelgroßem Erdradius multiplicirt man das Quadrat der Stationslänge mit dem Reductionsfaktor 0,0000000785 od. m. a. W. für 1 Km Horizontalentfernung 0,0785 m.

[illegible] 17,5[illegible]

III. Von den bei dem Nivelliren aus dem Endpunkte der Station entstehenden Fehlern und nothwendigen Verbesserungen.

§. 17.

Im Allgemeinen.

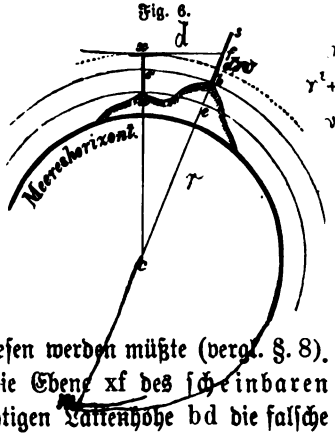
Es wurde schon früher §. 8 angeführt, daß die Resultate, welche das Nivelliren aus dem Endpunkte liefert, namentlich wenn es sich um Ermittelung des Höhenunterschiedes sehr entfernter Orte und um genaue Messungen überhaupt handelt, keineswegs als unbedingt richtig anzunehmen sind, sondern zuvor einiger Verbesserungen bedürfen. Nur bei Arbeiten von minderem Belange, z. B. Waldweganlagen, oberflächlichen Höhenbestimmungen u. s. f. möchten allerdings die bei der genannten Methode begangenen Fehler vernachläßigt werden dürfen. Ursachen der letzteren aber sind folgende:

1) Der Einfluß der Erdkrümmung oder besser gesagt der Kugelfläche des wahren Horizontes,
2) jener der Strahlenbrechung.

§. 18.

1. Einfluß der Erdkrümmung. (Figur 6.)

Fig. 6.



Gesetzt man hätte den Höhenunterschied zwischen a und b zu bestimmen, nämlich ax — bd (die Instrumentenhöhe weniger der Lattenhöhe) = be = ae', so könnte dieser nur dann unmittelbar richtig gefunden werden, wenn das in a aufgestellte Nivellir-Instrument ax im Stande wäre, die Richtung xd des wahren Horizontes herzustellen, in welcher nach der im Punkte b lothrecht aufgestellten Nivellirlatte bs hinsehend, die Lattenhöhe bd abgelesen werden müßte (vergl. §. 8).

Da aber die Nivellirinstrumente nur die Ebene xf des scheinbaren Horizontes angeben, so wird anstatt der richtigen Lattenhöhe bd die falsche bf abgelesen, der Höhenunterschied um df = v zu groß gefunden. Dieses Stück v muß berechnet und von bf abgezogen werden. Man

nennt den Abstand v den Unterschied zwischen dem scheinbaren und wahren Horizonte. Bei geringer Entfernung ist derselbe wegen der noch unmerklichen Krümmung der Erdoberfläche verschwindend, allein bei großen Entfernungen und wenn eine besondere Schärfe der Messung erreicht werden soll, darf diese Größe nicht außer Acht gelassen werden.

Man findet v aus der Stationslänge xf, die man als Tangente betrachten kann, auf folgende Weise:

Es sei $cd = cx = r$ (Erdhalbmesser)

$xf = d$ (Stationslänge)

$df = v$; so ist in dem rechtwinkligen Dreiecke cxf:

$(r + v)^2 = d^2 + r^2$

$r^2 + 2rv + v^2 = d^2 + r^2$

$2rv + v^2 = d^2$

$v\,(2r + v) = d^2$

$v = \frac{d^2}{2r+v}$, wobei man v im Nenner als wegen der Größe von 2r verschwindend, weglassen darf, so daß also

$v = \frac{d^2}{2r}$ bleibt.

Nennt man die falsch abgelesene Lattenhöhe $bf = L$, so ist die richtige, verbesserte $L - \frac{d^2}{2r}$ und der zu suchende Höhenunterschied be od. ae'

$= J - \left(L - \frac{d^2}{2r}\right)$

$= J - L + \frac{d^2}{2r}$, wobei J die Instrumentenhöhe bezeichnet (ax).

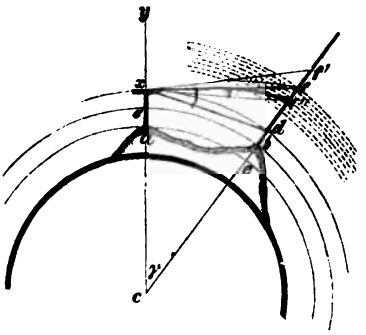
Hier muß also stets $\frac{d^2}{2r}$ positiv addirt werden, wenn man die früher aufgestellte Regel festhält, den Höhenunterschied durch Abziehen der abgelesenen Latten- vor der gemessenen Instrumentenhöhe zu ermitteln.

§. 19.

2. Einfluß der Strahlenbrechung. (Figur 7.)

Die aus dem Aufstellungspunkte a beobachtete Lattenhöhe wird ferner aber auch wegen der Strahlenbrechung falsch gefunden.

Fig. 7.



Stellt man sich nämlich die Atmosphäre durch aus dem Erdmittelpunkte c beschriebene Kugelflächen in unendlich viele concentrische Luftschichten zerlegt vor, (angedeutet durch die gebrochenen Linien) und bedenkt, daß die Luft in den höheren Schichten stets dünner wird, so muß ein Lichtstrahl, der von einem höhergelegenen Orte f an der Latte nach einem tieferliegenden x des Auges durch die immer dichter werdenden Luftschichten gelangt, nothwendig von der geraden Richtung abgelenkt werden, weil derselbe beim Uebergange aus einem dünneren Mittel in ein dichteres nach dioptrischen Gesetzen zum Einfallslothe gebrochen wird. Da nun diese Brechung bei jedem Uebergange des Lichtstrahles in eine neue Luftschicht stattfindet, so kann der Weg, welchen der Lichtstrahl vom Punkte f an der Latte bis zu unserem Auge x durchwandert, keine gerade Linie sein, sondern ist eine, ihre Hohlseite gegen den Boden kehrende krumme Linie. Unser Auge aber versetzt den leuchtenden Punkt f, von dem der Lichtstrahl ausgeht, in die Richtung, in welcher das Licht in das Auge gelangt, d. h. in die Richtung der Berührungslinie an dem letzten Curvenstück.

Ein von dem wirklich in der Richtung des scheinbaren Horizontes gelegenen Punkte f an der Latte ausgehender Lichtstrahl wird etwa in der Richtung xf' in unser Auge kommen, oder der Punkt f, welcher uns in der Richtung des scheinbaren Horizontes in x zu liegen scheint, liegt in der Wirklichkeit etwas tiefer an der Latte, d. h. wir erblicken, in horizontaler Richtung sehend, nicht den in horizontaler Richtung gelegenen Punkt f der Latte, sondern einen andern f'', der etwas tiefer liegt.

Es wird sonach die beobachtete Lattenhöhe etwas kleiner gefunden, indem wir statt bf nur bf'' ablesen. Man nennt ff'' den Refraktionsfehler.

Bleiben wir bei unserem Beispiele, so ist f''b die falsch (um ff'' kleiner) abgelesene Lattenhöhe und der Refraktionswinkel fxf'' um so größer, je weiter der Beobachter x von der Latte entfernt steht. Dieser Refraktionswinkel ϱ ist nun bei gleichbleibenden Luftverhältnissen ein constanter Theil des Winkels γ, den die Erdhalbmesser der Orte a und b miteinander bilden, und beträgt nach den Beobachtungen von Gauß im Mittel

$\varrho = 0{,}0653\ \gamma$.

Den Werth von ff'' kann man auf folgende Weise finden:

Winkel $fxd = {}^1/_2\,\gamma$ als Winkel gebildet von einer Sehne und Tangente auf dem Bogen xd des doppelt so großen Centriwinkels;

folglich ist, da $\gamma = \varrho : 0{,}0653$ ist, der Winkel $fxd = {}^1/_2\,\varrho : 0{,}0653$.

Da man nun die beiden Winkel ϱ und fxd proportional den Stücken ff'' und fd setzen kann, so ist:

$$ff'' : fd = 0{,}0653 : {}^1/_2 \text{ und da}$$

$$fd \text{ nach §. 18} = \frac{d^2}{2r}, \text{ so ist:}$$

$$ff'' : \frac{d^2}{2r} = 0{,}0653 : {}^1/_2 \text{ und hieraus}$$

$$ff'' = \frac{0{,}0653\, d^2}{r} \text{ der Werth des Refraktionsfehlers.}$$

Vergleicht man nun beide Einflüsse, so ist ersichtlich, daß die Refraktion den in Folge der Erdkrümmung begangenen, §. 18 besprochenen Fehler theilweise wieder aufhebt, und daß, wenn letzterer $= \frac{d^2}{2r}$ und der Refraktionsfehler $= \frac{0{,}0653\, d^2}{r}$ ist, der Einfluß der Strahlenbrechung etwa den achten Theil jenes der Erdkrümmung beträgt.

Vereinigt man endlich beide Verbesserungen, so ist die richtige Lattenhöhe, wenn L die abgelesene bf'' genannt wird,

$$L - \frac{d^2}{2r} + 0{,}0653\,\frac{d^2}{r}$$

$$= L - \left(\frac{d^2 - 0{,}1306\, d^2}{2r}\right)$$

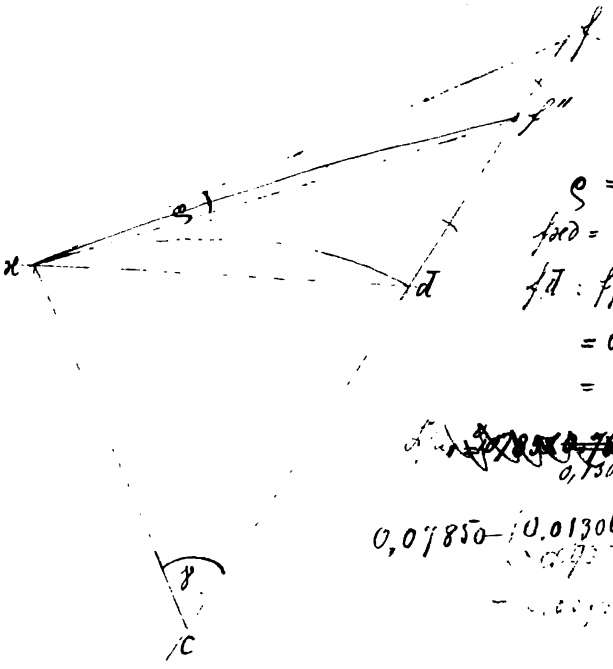
$$= L - \frac{0{,}8694\, d^2}{2r} = L - \frac{0{,}4347\, d^2}{r}$$

und der richtige Höhenunterschied

$$be = ae' = ax - bd = J - \left(L - \frac{0{,}4347\, d^2}{r}\right)$$

$$= J - L + \frac{0{,}4347\, d^2}{r}.$$

Setzt man den Erdhalbmesser r für 45° geographische Breite =



$\rho = 0{,}0653\,\gamma$

$fxd = \frac{1}{2}\gamma$

$fd : ff'' = \frac{1}{2}\gamma : 0{,}065$

$= 0.5 : 0{,}0653$

$= 1 : \frac{1}{8}$ [illegible]

~~[illegible] = 103 mm~~ 0,1306 prohlomater

$0{,}07850 - 0.01306 = 0{,}06544$

Flügelspannweite von 2,12 Meter hatte. — Eine sonderbare Naturerscheinung beobachtete man an einem der letzten Abende in Payerne (Waadt): die Freiburger Berge erschienen plötzlich in doppelter Höhe, die Berra, die man sonst in der Stadt nicht sieht, stieg hoch empor. Die Erscheinung dauerte nur kurze Zeit.

6366740 Meter, so ist der wahre Höhenunterschied $be = J - L + 0{,}0000000682\ d^2$ *).

Man nennt diese Verbesserung die Reduktion auf den wahren Horizont.

§. 20.

Ursachen weiterer Fehler beim Nivelliren.

Weitere Fehler möchten bei den Messungen endlich dadurch entstehen, daß

a. die Absehelinie nicht genau in der Richtung des scheinbaren Horizontes liegt,

d. die Nivellirlatten nicht vertikal aufgestellt sind.

Wir werden auf diese Verhältnisse bei Besprechung der Instrumente zurückkommen und angeben, auf welche Weise obige Fehler vermieden werden können.

IV. Beschreibung und Behandlung der beim Nivelliren gebräuchlichen Instrumente und Werkzeuge.

§. 21.

Von den Nivellirlatten.

Ehe wir auf die Beschreibung und den Gebrauch der Nivellirinstrumente übergehen, wollen wir eine Erklärung der beim Nivelliren gebräuchlichen Latten vorausschicken. Die Meß- oder Nivellirlatten sind entweder:

a. Latten mit beweglichen Zieltafeln oder Schieblatten, oder

b. Latten ohne Zieltafeln, auch Reichenbach'sche**) Latten genannt.

§. 22.

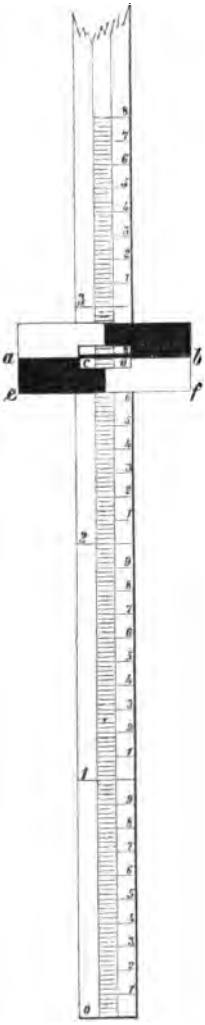
a. Schieblatten.

Von den Schieblatten sind gewöhnlich zwei verschieden eingerichtete Arten miteinander im Gebrauche, von welchen die eine zur Herstellung sehr kleiner Lattenhöhen da benutzt wird, wo das Gelände

*) Hieraus möchte hervorgehen, daß zu den Zwecken des Waldwegbaues beide Fehler jedenfalls gänzlich vernachlässigt werden dürfen und ihre kurze Erwähnung genügt.

**) Reichenbach hat sie zuerst eingeführt.

Figur 8.



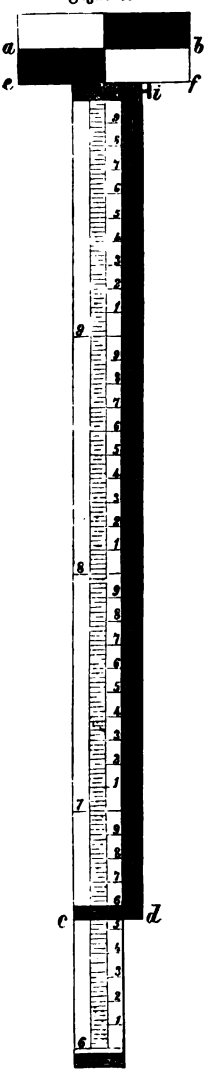
in der Richtung des Absehens steigt, die zweite dagegen zur Errichtung sehr großer Lattenhöhen bei in der Richtung des Absehens stark fallendem Gelände dient.

Die kleine Schieblatte zeigt Figur 8; die Zielscheibe besteht aus einer rechteckigen (manchmal auch runden) Tafel von Holz, welche in vier kleinere Rechtecke eingetheilt ist, von denen die je diametral gegenüberstehenden Felder mit gleichen, von den andern Feldern grell abstechenden Oelfarben (schwarz und weiß oder besser auf Entfernungen sichtlich roth und weiß) angestrichen sind, wodurch eine scharf abgegrenzte Linie ab entsteht, welche die Richtungslinie genannt und in die Absehlinie des scheinbaren Horizontes von dem die Latte haltenden Gehilfen nach Anweisung des Geometers eingerichtet wird. Zu diesem Behufe kann mittelst einer an der Rückseite befindlichen Hülse die Zielscheibe längs der eingetheilten Meßlatte verschoben und durch eine auf eine Feder drückende Schraube an jeder Stelle festgebremst werden. Die Eintheilung der Latte ist aus der Figur ersichtlich. Die Striche sind von Fuß zu Fuß (Meter zu Meter) die ganze Breite der Latte einnehmend und die zugehörigen Zahlen stehen links am Rande. Von Zoll zu Zoll (Decimeter zu Decimeter) reichen die Striche aus der Mitte nur bis zum rechten Rand, wo die Zahlen angeschrieben sind. Die kleinsten Unterabtheilungen (von 2 zu 2 Linien, oder nach halben Centimeter fortschreitend) sind nur in den Mittelstreifen der Latte eingezeichnet. Um nun die mit der Richtungslinie ab in den scheinbaren Horizont gestellte Latte auch an dieser Stelle ablesen zu können, befindet sich in der Mitte der Zieltafel ein rechteckiger Ausschnitt, welcher auf die Theilung zu sehen ermöglicht. Ueber diesen Ausschnitt läuft ein an der Rückseite der Zieltafel befestigter Metallstreifen, dessen untere Kante co mit der Richtungslinie ab in gerader Linie liegt, und an dieser unteren Kante co wird jedesmal die Ablesung oder Einstellung vorgenommen. Anfänger lesen gern an der unteren Kante ef der Zielscheibe ab, was unrichtig ist.

Bei dem Stande der Zieltafel unserer Figur wäre abzulesen: 2′ 7″9‴.

Die bis zu 14 und 20 Fuß oder 4 und 5 Meter zu verlängernde Schieblatte besteht aus zwei hinter- oder nebeneinander durch Hülsen verbundenen Stangen (Figur 9 und 10), von welchen die vordere eingetheilt ist und mit ihrem unteren Ende auf dem Boden steht, die hintere die daran befestigte Zieltafel trägt, auf- oder abwärts geschoben und wie die vorige Latte durch eine Schraube i an jeder Stelle festgeschraubt werden kann. Die Zieltafel ist hier gerade so wie bei der vorigen Latte beschaffen, bloß mit dem Unterschiede, daß der Ausschnitt fehlt, weil hier das Ablesen der Lattenhöhe nicht an der Richtungslinie a b, sondern an der unteren Kante c d des Eisenstreifens erfolgt, durch welchen als Hülse die beiden Lattenstücke zusammengehalten werden. An dieser Stelle wird immer die Höhe vom Boden bis zu der in den scheinbaren Horizont eingestellten Richtungslinie a d abgelesen, und damit in jedem Falle diese Ablesung richtig werde, hat die Latte folgende Eintheilung.

Figur 9.



Da die Zielscheibe auf dem hinteren, verschiebbaren Lattenstücke befestigt ist, so kann dieses letztere nur so weit herabgeschoben werden, bis die Zieltafel mit ihrer unteren Kante e f (Figur 9) auf der vorderen, eingetheilten Stange aufsitzt. Diese Stellung gibt die kleinste mit dieser Latte herzustellende Höhe. Gesetzt, sie betrage (vom Boden bis zu der Richtungslinie a b) 6′ 5″ 4‴, so ist dieses Maaß an der unteren Kante c d des vorhin erwähnten Eisenstreifens angeschrieben und von da an die Theilung aufwärts am vorderen Lattenstücke in gleicher Weise wie bei der kleinen Schiebelatte fortgesetzt. Bedenkt man nun, daß beim Ausschieben des hinteren Lattenstückes die Richtungslinie a b der Zieltafel sich genau um dasselbe Stück erhebt, wie die Kante c d der unteren Hülse, (da sich ja beide gleichzeitig miteinander verschieben, so ist klar, daß man bei jeder Aufstellung der Latte jedesmal die ganze Höhe

Figur 10.

vom Boden bis zu der Richtungslinie ab an der Kante ed abzulesen oder einzustellen hat.

Der Stand der Zieltafel in Figur 10 ergibt als Ablesung 7′ 5″ 6‴.

§. 23.

b. Reichenbach'sche Latten.

Die Nivellirlatten ohne Zieltafeln sind nur für Instrumente mit Fernrohr und Fadenkreuz zu gebrauchen, weil an ihnen unmittelbar abgelesen werden soll, wo die Absehlinie auftrifft. Die Theilung der Latte muß so sein, daß sie bei größeren Entfernungen sich scharf ablesen läßt und ist es nicht gut, dieselbe gar zu weit fortzusetzen, sondern es ist besser, die kleineren Theile zu schätzen.

Die am einfachsten und bequemsten eingerichtete Latte dieser Art ist jene von Ertel, Figur 11, welche folgende Eintheilung hat.

Auf der linken Seite der 10 Fuß langen Latte sind von o (dem Fußpunkte) an von 2 zu 2 Zollen Striche gezogen, und Zahlen beigeschrieben, entweder die Zahl der Zolle, oder die der Fuße als Ganze und die der Zolle als angehängter Dezimalbruch, oder endlich es sind die Fußzahlen mit abweichender Farbe nur da angeschrieben, wo die Fußzahl ganz ist und dann zwischen zwei Fußzahlen nur die überschießenden Zolle. An der rechten Seite sind abwechselnd schwarze und weiße Quadrate von einem halben Zoll Seite aufgezeichnet und die Mitte der Latte enthält die einzelnen Linien; jeder Strich ist gerade eine Linie dick, — es folgt auf eine weiße jedesmal eine schwarze Linie.

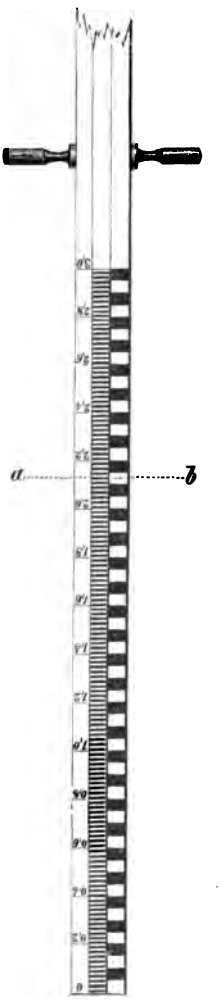
Bei den metrisch getheilten Nivellirlatten sind links die bezifferten Striche je einen Decimeter von einander, die Quadrate sind einen Centimeter hoch und die Mitteltheilung geht auf halbe Centimeter.

Die Ziffern müssen verkehrt angeschrieben sein, damit das astronomische Fernrohr des Instrumentes dieselben aufrecht zeigt.

Die Zählung erfolgt vom Boden (auf welchen die Latte mit dem Nullpunkte gestellt wird) bis zu jener Stelle, welche der Horizontalfaden als scheinbaren Horizont an der Latte abschneidet. Gesetzt, es sei dieses in a b unserer Figur 11 der Fall, so wäre die abzulesende Lattenhöhe 2' 1" 3'''.

Die Schieblatten sind jetzt nur noch bei Nivellirinstrumenten mit Dioptern (z. B. Kanalwage) im Gebrauche, da die Reichenbach'schen Latten bei feinen, mit Fernröhren versehenen Instrumenten, den großen Vortheil gewähren, 1) daß der Geometer die Ablesung der Lattenhöhe selbst vornehmen kann, während bei den Schieblatten dieses Geschäft der häufig ungeschickte Gehilfe übernimmt, oder die Latte jedesmal zum Beobachter herbei gebracht werden muß, und 2) das Einrichten der Zieltafel wegfällt, die Arbeit demnach schneller geht.

Figur 11.



Uebrigens muß noch bemerkt werden, daß die Einrichtung und Eintheilung sowohl der Schieb- als Reichenbach'schen Latten höchst verschieden ist. Um die Nivellirlatten genau vertikal aufstellen zu können, wird an deren Rückseite oder neben ein Loth angehängt, welches frei in einem Ringe, nahe am Fußende der Latte spielen muß, wenn die Latte, wie verlangt, genau lothrecht gehalten wird. In entsprechender Höhe ist die Latte mit Handhaben zum Festhalten versehen, wie unsere Figur 11 zeigt.

Damit die Latte sicher und ruhig gehalten werden könne, hat sich der Gehilfe mit gespreizten Beinen zu stellen, die Ellenbogen an den Leib zu halten und die Latte gegen das eine Knie zu lehnen.

Nivellirlatten dürfen weder schwinden, noch sich werfen, noch am Fußende abnützen. Man schneidet sie am besten aus jahrelang getrockneten Brettern von Tannenholz, das in gutem, trocknem Boden gewachsen ist, oder auch aus Birnbaumholz. Sie werden mit heißem Oel getränkt und erhalten einen mehrmaligen Oelfarbenanstrich, um sie gegen den Ein-

fluß der wechselnden Feuchtigkeit unempfindlich zu machen. Die Enden werden mit Eisen beschlagen.

§. 24.

Latten mit nicht verschiebbaren Zieltafeln.

Als eine dritte Klasse von Latten, welche namentlich in Verbindung mit einigen Pendelinstrumenten zum Nivelliren benutzt werden, können endlich einfache Stäbe betrachtet werden, an deren oberem Ende eine Zielscheibe befestigt ist, deren Höhe also eine constante ist und jener des Nivellirinstrumentes bis zur Absehlinie des scheinbaren Horizontes gleichkommt; eine Theilung ist an ihnen nicht nöthig. Wir werden später bei den betreffenden Instrumenten hierauf zurückkommen. Figur 19 zeigt eine solche Latte.

A. Von den Pendelinstrumenten.

§. 25.

Im Allgemeinen.

Nach der Beschreibung der Nivellirlatten gehen wir zur Erklärung der Nivellirinstrumente über, deren Eintheilung bereits im §. 6 aufgestellt worden ist und begegnen dabei zuerst den Pendelinstrumenten, auch statische Instrumente genannt. Alle in diese Klasse gehörigen Werkzeuge können keinen Anspruch auf große Genauigkeit machen, weil selbst bei ruhiger Luft das Loth kaum genauer als bis auf den $^1/_{1000}$ Theil seiner Länge den wahren Spielpunkt deckt, woraus denn auch eine Unsicherheit in der Höhenbestimmung gleich dem $^1/_{1000}$ Theil der Entfernung des einnivellirten Punktes vom Instrumente folgt. Rechnet man zu dieser Unsicherheit noch jene, welche in der Einstellung der Diopter liegen, so wird man die Genauigkeit dieser Instrumente kaum höher als $^1/_{500}$ annehmen können. Die hierher gehörigen Instrumente, welche einer näheren Betrachtung unterstellt werden sollen, sind:

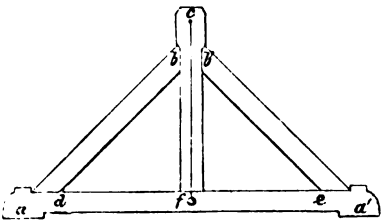
1) Die Setzwage.
2) Die Bergwage.
3) Das Instrument von Bose.
4) Der Gefällstock.
5) Der Gefällmesser von Desaga.
6) Das Drainagenivellirinstrument.

§. 26.

1. Die Setzwage.

Die Setzwage, auch Bleiwage genannt, ist ein allgemein bekanntes Werkzeug, dessen sich Maurer und Zimmerleute bedienen, um Steine oder Balken in die wagerechte Lage zu bringen. Sie ist der einfachste Repräsentant der Pendelinstrumente und beruht auf dem geometrischen Satze: „Wenn man in einem gleichschenkeligen Dreiecke von der Spitze nach der Mitte der Grundlinie eine Gerade zieht, so steht diese rechtwinkelig auf der Grundlinie. Geht somit eine lothrechte Linie aus der Spitze eines gleichschenkeligen Dreiecks durch die Mitte der Grundlinie, so liegt diese in der Richtung des scheinbaren Horizontes."

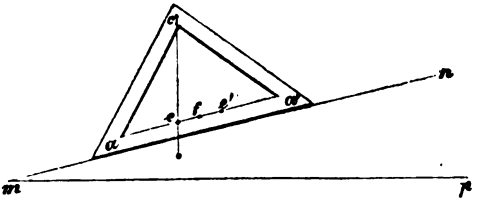
Figur 12.



Demnach besteht die Setzwage in ihrer einfachsten Form aus drei zu einem gleichschenkeligen Dreieck verbundenen Lattenstücken von gutem trocknem Holze, Figur 12. Gewöhnlich hat die Grundlinienlatte d e zwei gleich hohe Füße a und a', so daß also die durch die unteren Flächen der Füße a und a' gehende Ebene parallel d e ist. Wird d e in zwei gleiche Theile getheilt, in der Spitze c ein Loth angehängt und das Instrument in der Vertikalebene so lange bewegt, bis der Faden des Lothes genau auf den Halbirungspunkt f der Grundlinie d e einspielt, so wird sowohl diese letztere als auch die mit ihr parallele, durch die Fußpunkte a und a' gelegte Ebene in der Richtung des scheinbaren Horizontes liegen.

Sicherer bestimmt man übrigens den Spielpunkt f des Lothes auf folgende Weise:

Figur 13.



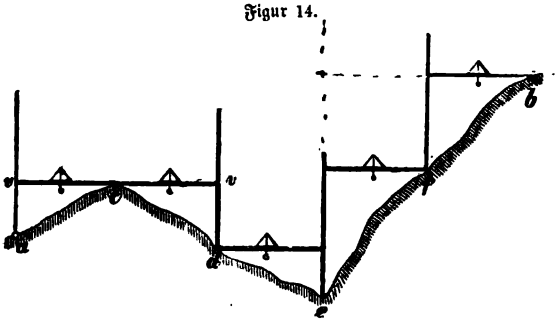
Es sei Figur 13 m n eine beliebig gegen den Horizont m p geneigte Ebene. Man stelle die Setzwage auf m n und bemerke den Punkt e, in welchem das Loth einspielt; hierauf kehre man die Setzwage um, so daß Fuß a' nach a kommt, so erhält man gleichfalls wieder einen Punkt e' des Lothfadens, und hälftet man e e', so ergibt sich der wahre Spielpunkt f, auf welchem der Faden stehen

muß, wenn die durch die Fußpunkte der Setzwage gehende Ebene horizontal liegt.

Auf diesem Verfahren beruht zugleich die Prüfung und Berichtigung des Instrumentes.

Beim Gebrauche der Setzwage bedient man sich einer etwa 3 bis 4 Meter langen Latte, des s. g. Richtscheites oder der Setzlatte von der Stärke der Basis der Setzwage, damit diese mit ihren Füßen auf ihr stehen kann. Die unteren und oberen Flächen des Richtscheites müssen vollkommen eben, gerade und miteinander parallel sein.

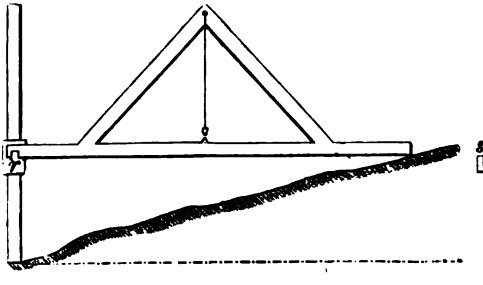
Figur 14.



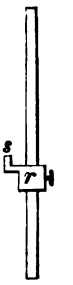
Soll nun mittelst dieser Vorrichtung nivellirt, d. h. der Höhenunterschied zweier Punkte a und b (Figur 14) ermittelt werden, so stelle man in a eine Nivellirlatte lothrecht auf, lege das eine Ende des Richtscheites, auf welch' letzterem die Setzwage steht, an diese Latte an und erhöhe die gleichzeitig in die Richtung a b gebrachte Setzlatte mit ihrem an der Nivellirlatte liegenden Ende in der Vertikalebene so lange, bis das Loth genau einspielt, während das andere Ende des Richtscheites in c auf dem Boden aufliegt; v c ist der durch das Richtscheit angegebene scheinbare Horizont und die Ablesung a v an der Latte gibt an, um wie viel Punkt c höher liegt, als a. Diese Höhe (Steigung) wird mit dem Zeichen + aufgeschrieben. Legt man das Richtscheit nun wieder genau an den Punkt c an, stellt, nachdem es in die Richtung c b gebracht ist, an seinem anderen Ende die Meßlatte auf, und erhöht ersteres bis das Loth einspielt, so ist d v das Maaß, um welches d tiefer liegt als c, und dieses wird als Fall mit dem Zeichen — eingeschrieben. Dieses Geschäft wird so oft wiederholt bis man zum Schlußpunkte b gelangt ist.

Sind die einzelnen Beobachtungen in eine Tabelle eingetragen, so wird die Addition der positiven und negativen Ergebnisse und die Vergleichung dieser Summen durch Subtraktion den Höhenunterschied zwischen a und b liefern. Die Zahl der Stationen mal der Länge des Richtscheites (unter Berücksichtigung des am Schlusse etwa verbliebenen Reststückes) gibt die horizontale Entfernung zwischen a und b.

Figur 15.



Figur 16.



Sehr zweckmäßig und förderlich für eine solche Messung ist es, wenn die Setzwage mit ihren Füßen in ein Falz des Richtscheites eingeschoben werden kann, und wenn sich an der Nivellirlatte eine hölzerne oder besser eiserne Hülse r Figur 15 und 16 mit einem dem Richtscheite als Stütze dienenden Arme oder Vorsprunge s befindet, welche auf- und abgeschoben und an jeder Stelle durch eine Schraube festgebremst werden kann.

Uebrigens braucht kaum bemerkt zu werden, daß die Setzwage zu größeren Vermessungen nur höchst selten in Ermangelung besserer Behelfe benutzt werden wird, sondern nur zu Arbeiten von minderer Bedeutung, beim Waldwegbau aber insbesondere zur Aufnahme der Querprofile in gebirgigem Gelände mit Vortheil zu gebrauchen ist, wovon im zweiten Theile die Rede sein wird.

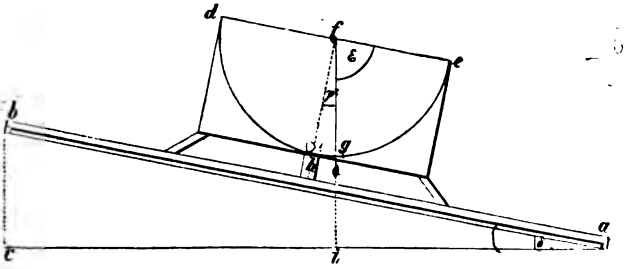
§. 27.

2. Die Bergwage.

(Figur 17.)

Dieses Instrument ist eigentlich nichts anderes, als eine mit einem Gradbogen versehene Setzwage, wodurch es möglich ist, den Winkel gegen den Horizont geneigter Ebenen, also die s. g. Böschungswinkel zu messen.

Figur 17.



Eine der einfachsten Einrichtungen hat die Roth'sche Bergwage. In der Mitte eines genau 3 Meter langen Richtscheites a b, welches an seinen Enden mit gleich hohen Füßen versehen ist, befindet sich rechtwinkelig

auf demselben ein fest eingestemmter Fuß h f, an dessen oberem Ende ein 25 Centimeter hohes, 50 Centim. langes, 1—2 Cent. dickes Brettchen befestigt ist, dessen obere Kante d e mit der durch die Füße des Richtscheites gehenden Ebene genau parallel sein muß. Mit $e f = {}^1/_2 d e$ als Halbmesser ist aus f auf dem Brettchen ein in Grade getheilter, von e nach d zählender Halbkreis verzeichnet, aus dessen Mittelpunkt f an einem feinen Stifte ein Loth herabhängt.

Ist a b der Stand des Richtscheites auf schiefer Ebene und f h rechtwinkelig auf a b, c a die Richtung des scheinbaren Horizontes, b c eine von b auf a c gefällte Senkrechte, endlich f g i die verlängerte Richtung des Lothes, so ist der durch letztere bestimmte Neigungswinkel γ ($= 90^0 - \varepsilon$) dem Böschungswinkel δ gleich, welchen die schiefe Ebene a b mit dem Horizonte a c bildet, weil die Schenkel dieser Winkel normal aufeinander stehen.

Folglich ist: $b c = a b \sin \gamma = 3 \sin \gamma$,

$a c = a b \cos \gamma = 3 \cos \gamma$,

wenn das Richtscheit 3 M. lang ist.

Besser ist es, wenn der Nullpunkt des Gradbogens auf der Mittellinie f h angenommen ist, und von da die Zählung nach beiden Seiten gegen d und e fortläuft, weil man in diesem Falle den Winkel δ unmittelbar ablesen wird.

Man kann also die Höhe b c oder den horizontalen Abstand a c finden, wenn man den aus den Tafeln für den Halbmesser 1 entnommenen sin oder cos von γ mit der Länge des Richtscheites (3) multiplizirt.

Wie man nun mit dem Instrumente weiter verfährt um ein Nivellement fortzusetzen und daß man sich durch Aufstellung von Tafeln, in welchen für die unveränderliche Länge des Richtscheites und die verschiedenen Größen von γ oder δ die Werthe von b e und a c berechnet sind, die Arbeit sehr abkürzt, leuchtet ein, ebenso die Bemerkung, daß auch dieses Instrument nur zu kleinen ökonomischen Zwecken Anwendung findet.

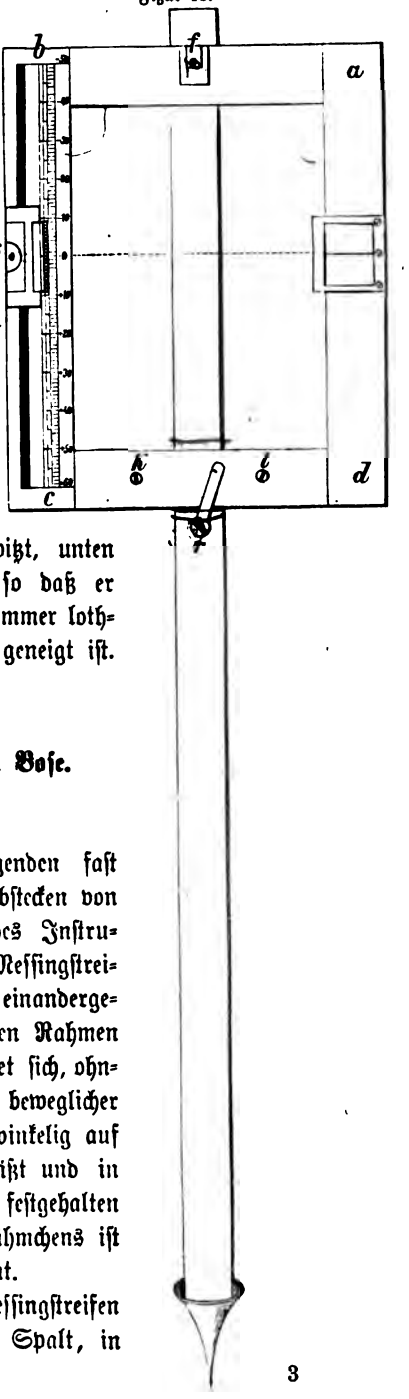
Um die Bergwage auf ihre Richtigkeit zu prüfen, darf man nur das Richtscheit auf zwei Unterlagen unter seinen beiden Füßen so richten, daß das Loth auf 90^0, beziehungsweise 0^0 genau einspielt, und dann wie bei der Setzwage untersuchen, ob auch bei umgewendetem Richtscheite dieses wieder der Fall ist.

Uebrigens hat die Bergwage verschiedene Einrichtungen. Die beste, welche Bauernfeind in der zweiten Auflage seines Werkes aufführt, ist wohl die in neuester Zeit von Goehl angegebene, welche Universalsetzwage genannt

2 b Schwanzler's Nivellirinstrumente.

welche Universalsetzwage genannt wird und zum Messen aller zwischen 0° und 90° liegenden Böschungswinkel dient.

Figur 18.



Die Setzlatte ist nur 3/4 Meter lang. Auf ihrer Rückseite ist in der Mitte ein metallenes Gehäuse angebracht, in welchem sich ein Pendel wie ein Durchmesser um den Mittelpunkt eines eingetheilten Halbkreises bewegt, dessen Nullpunkt in einem zur Grundfläche der Setzlatte rechtwinkelig stehenden Durchmesser liegt, während ein dieser Grundfläche paralleler Durchmesser die Theilpunkte 90° zeigt. Der bewegliche Durchmesser ist oben wie ein Zeiger zugespitzt, unten aber mit einem Gewichte beschwert, so daß er bei der geringen Reibung seiner Axe immer lothrecht steht, wenn auch die Setzlatte geneigt ist.

§. 28.

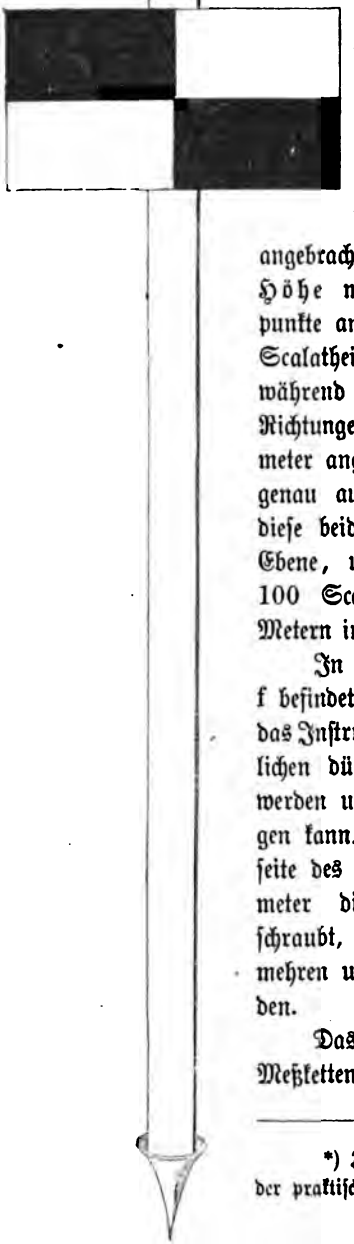
3. Das Nivellirinstrument von Bose.

Figur 18.

Dasselbe wird in vielen Gegenden fast ausschließlich zum Abwägen und Abstecken von Weglinien benutzt. Der Körper des Instrumentes besteht aus vier gleichbreiten Messingstreifen, welche an den Enden so auf einandergelöthet sind, daß sie einen rechteckigen Rahmen bilden. Auf dem Streifen a d befindet sich, ohngefähr in der Mitte, ein um Charniere beweglicher kleiner Rahmen, welcher sich rechtwinkelig auf die Fläche dieses Streifens stellen läßt und in dieser Stellung von einer Feder festgehalten wird. Ueber die Oeffnung dieses Rähmchens ist ein Pferdehaar wagerecht ausgespannt.

In dem gegenüberstehenden Messingstreifen b c befindet sich der Länge nach ein Spalt, in

Figur 19.



welchem sich ein Nonius*) auf- und niederschieben und mittelst einer auf der Rückseite des Streifens angebrachten Feder und Schraube an jeder Stelle festbremsen läßt. Normal auf der Fläche des Nonius (also auch des Streifens b c) ist ein halbkreisförmiges Plättchen i befestigt, welches das Ocular-diopter trägt, während das obenerwähnte Pferdehaar das Objektivdiopter bildet. Eine auf dem Messingstreifen b c längs des Ausschnittes befindliche Theilung (Scala) ist in der Art angebracht, daß die Zählung von dem in gleicher Höhe mit dem Pferdehaare gelegenen Nullpunkte an aufwärts oder abwärts läuft und die Scalatheilchen Fußen oder Metern entsprechen, während der doppelte (nach entgegengesetzten Richtungen zählende) Nonius Zolle oder Centimeter angibt. Wenn der Nullpunkt des Nonius genau auf jenen der Scala gestellt ist, so liegen diese beiden Punkte, sowie die Diopter in einer Ebene, und die Entfernung der letzteren beträgt 100 Scalatheile, entsprechend 100 Fußen oder Metern in der Natur.

In der Mitte des oberen Messingstreifens bei f befindet sich eine Vorrichtung, mittelst welcher das Instrument an einem in dem Stockstative befindlichen dünnen Stifte freischwebend aufgehängt werden und um diesen gleich einem Pendel schwingen kann. Zu letzterem Zwecke ist auf der Rückseite des unteren Streifens k l ein etwa 1 Centimeter dicker parallelepipedischer Eisenstab angeschraubt, um das Gewicht des Instrumentes zu vermehren und bei dessen Regulirung benutzt zu werden.

Das Stativ besteht aus einem gewöhnlichen Meßkettenstabe mit einem oberhalb der Fußspitze

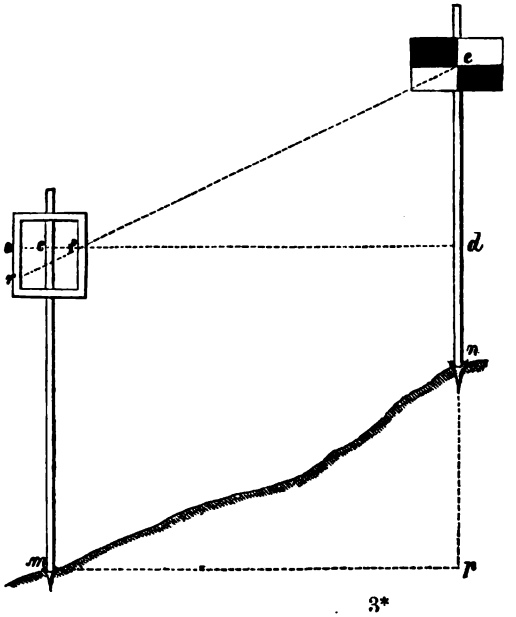
*) Zweck und Einrichtung desselben wird als aus der praktischen Geometrie bekannt vorausgesetzt.

hervorstehenden Eisenringe. Am oberen Ende hat das Stativ einen Einschnitt, in welchen man, um das aufgehängte Instrument beim Tragen festzustellen, den Eisenstab einschiebt, und mittelst eines am Stative befindlichen Riegels r das Ganze feststellt.

Bei der Aufstellung wird das Stativ lothrecht in den Boden gesetzt, der Riegel r heruntergeschoben und das Instrument am Stifte f so weit hervorgerückt, daß es frei hängend das Stativ nicht berührt und nun wenn es nach einigen Schwingungen als Pendel zur Ruhe gekommen, eine lothrechte Richtung einnehmen muß, so daß, wenn der Nullpunkt des Nonius auf jenen der Scala eingestellt ist, die Absehlinie durch die Diopter in der Richtung des scheinbaren Horizontes geht, und da der Nonius mit dem Ocular diopter nur in senkrechter Richtung an der Scala auf- und abgeschoben werden kann, die Stellung des Instrumentes dieselbe bleiben muß, an welcher Stelle immer sich der Nonius befindet.

Der Visirstab oder die Latte Fig. 19 besteht aus einem gleichen Stabe wie das Stativ, und ist die Zieltafel an dessen oberem Ende so aufgeschraubt, daß die Entfernung von deren Richtungslinie bis zur unteren Fläche des eisernen Ringes am Fuße genau so groß ist, als jene des Stativs vom Nullpunkte der Scala bis zur unteren Ringfläche. Das horizontale Absehen am Instrumente wird demnach genau ebenso hoch über dem Kopfe des in den Boden eingeschlagenen Pfahles sein, als die Richtungslinie der Zieltafel über dem Kopfe ihres Pfahles, vorausgesetzt, daß Stativ und Latte so in den Boden eingesteckt sind, daß sie mit den unteren Flächen ihrer eisernen Ringe auf den Köpfen der Pfähle aufsitzen.

Figur 20.



Gebrauch.

Um den Höhenunterschied zweier Punkte m und n Figur 20 zu finden, stelle man Instrument und Visirlatte lothrecht so auf, wie die

Figur zeigt, und schiebe den Nonius (und mit ihm das Ocular-diopter) so weit im Ausschnitte herunter, daß die Absehlinie rf durch die Diopter genau in der Richtungslinie e der Zieltafel einschneidet, nachdem das freihängende Instrument zur Ruhe gekommen ist. Wenn die horizontale Absehlinie of die Latte im Punkte d trifft, so wird de = np die gesuchte Höhe sein, und in den ähnlichen Dreiecken ofr und dfe ist nun of : fd = or : de d. h. 100 Scalatheile: fd = or Scalatheile: de.

Wenn man also die Stationslänge fd = 25 Meter lang gemacht hat, so wird die in r zu machende Ablesung or die Größe von de = np unmittelbar in Viertelmeter angeben und beziehungsweise in Viertelcentimeter; wobei nur ein kleiner Fehler dadurch entsteht, daß man cf, die halbe Instrumentenbreite, außer Acht läßt und fd der Stationslänge mp von m bis n gleichsetzt, also letztere jedesmal um cf (etwa 1 Decimeter) zu klein macht, welcher Fehler übrigens bei Waldweganlagen vernachlässigt werden kann, da derselbe bei einem wohl seltenen Gefälle von 15% noch nicht $1^1/_2$ Centimeter beträgt.

Man theilt also eine zu nivellirende Wegstrecke in lauter gleiche Stationen von 25 Meter Länge und liest den Höhenunterschied sogleich von einer zur anderen am Nullpunkte des Nonius ab. Hierauf beruht hauptsächlich die große Einfachheit und Bequemlichkeit des Instrumentes, indem alle Rechnung wegfällt. Befindet sich dabei nach der Einstellung der Nullpunkt des Nonius unterhalb des Scala-Nullpunktes, so findet „Steigung", wenn umgekehrt „Fall" in der Richtung hin statt, nach welcher man geblickt hat. Ersteres ist auf der Scala mit +, letzteres mit — bezeichnet.

Die gefundenen Resultate werden in folgender Weise zusammengestellt:

Von	nach	Länge der Station	Steigung +	Fall —	Bemerkungen.
Nummer der Station		Meter.			
1	2	25	1,05	—	Der Weg steigt mithin
2	3	25	0,80	—	von No. 1 bis No. 9 um
3	4	25	—	1,65	8,35 — 1,85 = 6,50 Meter
4	5	25	0,90	—	oder durchschnittlich um
5	6	25	1,35	—	6,50 : 200 = 3,25 %
6	7	25	2,50	—	für die ganze Weg-
7	8	25	1,75	—	länge.
8	9	25	—	0,20	
		200	8,35	1,85	

7.3 ÷
1,46

Hätte man also zwischen zwei gegebenen Punkten 1 und 9 (dem Ein- und Ausmündungspunkte eines Weges) das durchschnittlich relative Gefäll in % = + 3,25 % ermittelt, so würde das endgültige Nivellement und die Fixirung der Stationspunkte dadurch geschehen, daß man, ohne auf die erstmaligen Punkte zu achten, den Nonius auf die + 3,25 % entsprechende Stelle ein- und das Instrument im Anfangspunkte 1 aufstellt, und den Gehilfen in der angenommenen Richtung des Weges in beliebiger Entfernung die Zielscheibe an einem solchen Punkte aufstecken läßt, wo die Absehlinie auf deren Richtungslinie einschneidet, was natürlich durch Probiren so lange geschehen muß, bis der richtige Aufstellungspunkt der Visirlatte gefunden ist. Hierauf stellt man das Instrument in dem letzteren auf und fährt in gleicher Weise bis zum Ende des Weges fort.

Daß die Länge der sich dabei ergebenden Stationen ganz gleichgültig ist, versteht sich von selbst, da in Folge der eigenthümlichen Einrichtung des Instrumentes das Gefäll von einer Station zur anderen immer + 3,25 % der Stationslänge betragen muß.

Für Solche, welche sich im Aufsuchen von Weglinien bereits größere Uebung verschafft haben und namentlich in der Abschätzung des Gefälles sicher sind, möchte auch das folgende Verfahren geeignet erscheinen, um zwischen dem gegebenen Ein- und Ausmündungspunkte einen Weg mit gleichmäßigem Gefäll abzustecken. Nachdem man die Strecke zwischen den beiden Punkten öfter begangen hat, schätzt man das Gefäll, welches etwa der künftige Weg bekommen könnte, stellt den Nonius ein und beginnt nun damit die Absteckung im Einmündungspunkte. Man wird schon bald, wenn man gegen die Mitte hinkommt, erkennen, ob man bei dem schätzungsweise angenommenen Gefälle über dem Ausmündungspunkte herauskommen oder unter demselben bleiben wird und hiernach im ersten Falle das Gefäll geringer, im zweiten höher einstellen und die Arbeit von Neuem beginnen soll, welche natürlich jetzt schon besser ausfallen muß. Auf diese Weise wäre durch öfteres Probiren so lange fortzufahren, bis das Gefäll so geregelt ist, daß man mit der abgesteckten Linie auf dem Ausmündungspunkt oder doch ganz in dessen Nähe herauskommt. Da die Arbeit mit dem Bose'schen Instrumente sehr schnell von Statten geht, so wird selbst bei einer drei- und viermaligen Wiederholung der Absteckung, das Geschäft nicht mehr Zeitaufwand erfordern, als bei Anwendung von manchem anderen Instrument.

Man kann mit Hülfe dieses Instrumentes, namentlich wenn der Ausmündungspunkt nicht genau bestimmt ist, und es auf die dem Wege zu

gebende Länge weniger ankommt, auf die leichteste und bequemste Weise an einem Bergabhange hin eine Wegrichtung mit einem bestimmten, sich gleichbleibenden, in Procenten der Weglänge ausgedrückten Gefälle abstecken, eine Arbeit, die mit anderen Nivellirinstrumenten ausgeführt, oft umständlich und zeitraubend ist.

Die Entwerfung eines ganzen Wegsystemes in gebirgigem Gelände, wenn es darauf ankommt, den einzelnen Wegen eine solche Lage zu geben, daß ein bestimmtes Maximum des Gefälles nicht überschritten wird, auch die Absteckung von Horizontalcurven ist durch Anwendung dieses so leicht transportabeln Instrumentes ungemein gefördert. Als Nachtheil beim Gebrauche dieses Werkzeuges möchte manchmal das schwierige Einsetzen des Stativs auf festem steinigem Boden erscheinen; allein auch diesem Uebelstande hat der Erfinder dadurch abgeholfen, daß derselbe ein aus Eisenstäben bestehendes dreifüßiges leichtes Gestell anfertigen ließ, welches mittelst eines über den Stativstab geschobenen Ringes an letzterem auf- und abgerückt und an jeder Stelle festgebremst werden kann.

Nur starker Wind möchte bei dem Gebrauche dieses, dem Forstmanne sehr zu empfehlenden Instrumentes, zeitraubende Schwankungen verursachen und genaues Arbeiten unmöglich machen.

Prüfung und Berichtigung.

Um die Richtigkeit des Instrumentes zu prüfen, schlage man an einem etwas steilen Hange in beliebiger Entfernung zwei Pfähle ein, und bestimme zwischen diesen durch Absehen von unten nach oben zuerst die Steigung, und dann umgekehrt, d. h. durch Absehen von oben nach unten den Fall. Stimmen die beiden erhaltenen Resultate in ihrer Größe genau miteinander überein, so ist das Instrument richtig, wenn nicht, so gibt das arithmetische Mittel das richtige Gefäll an.

Man stellt nun den Nonius genau auf letzteres ein und feilt alsdann an der betreffenden Seite des Eisenstabes so lange ab, bis die Visirlinie in der Mitte der Zieltafel, welche auf dem unteren Pflocke steht, einschneidet.*)

---

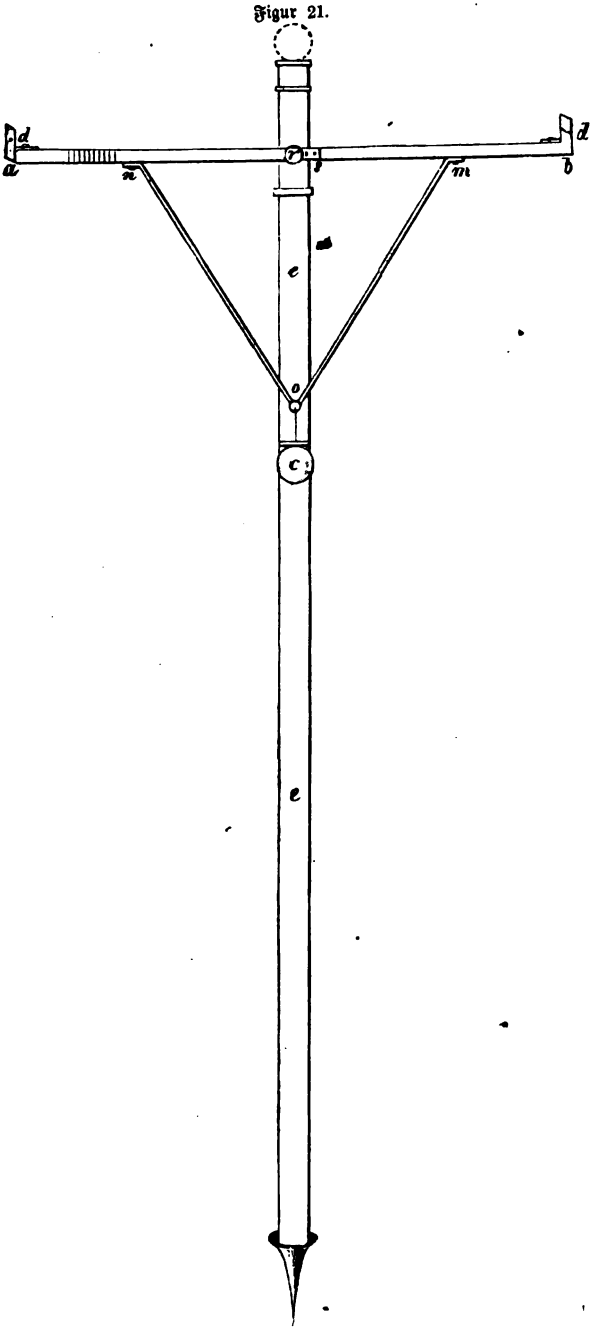
*) Die vorstehende Beschreibung und Gebrauchsanweisung wurde einer von dem großherzogl. hess. Oberforstrathe Bose seinem Instrumente beigegebenen Anleitung ihrem Hauptinhalte nach entnommen. Mechanikus Conrad Würtz in Darmstadt fertigt das auch zum Hohenmessen der Bäume geeignete Bose'sche Nivellirinstrument sammt Kästchen zur Aufbewahrung nebst Stativ, Dreifuß und Latte um den Preis von siebenzehn Gulden. Ein kleineres in Taschenformat bei Mechanikus Weingarten in Darmstadt kostet 8 fl. Siehe Näheres in Bose's Schrift.

§. 29.

4. Der Gefällstock.

Figur 21.

Figur 21.

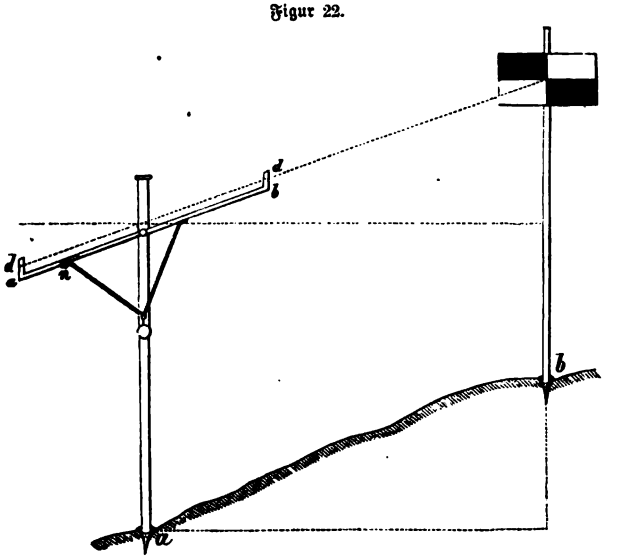


Ein sehr brauchbares Instrument, um den Zug für eine Straße im Gebirge mit einem gegebenen Gefälle zu bestimmen, oder um ein vorläufiges Nivellement zu machen, ist der Gefällstock des Mechan. Sickler in Carlsruhe. An einem Stabe ee, an dessen oberem Ende eine messingene Hülse mit einem Gewinde, an dessen unterem eine eiserne Spitze befestigt ist, befindet sich eine kleine horizontale Schraube r mit genau abgedrehter Spindel, welche als Drehaxe für ein hohles, vierkantig geformtes Stäbchen a b dient, an dessen Enden rechtwinklig

aufgebogen die Diopter d stehen. An dem Stäbchen ab sind zwei Schieber m und n angebracht, von welchen zwei in o charnierartig verbundene dünne Messingstäbchen ausgehen, die ein gleichschenkeliges Dreieck mon bilden, an dessen Spitze o ein Gewicht c befindlich ist. Damit nun das Stäbchen ab bei einer Drehung um seine Achse immer auf der gleichen Stelle der Spindel bleibe, ist an der Seite desselben ein in eine Gabel ausgehendes Plättchen s angebracht, welches in eine in obiger Spindel eingedrehte Nuthe eingreift.

Sobald die Schieber m und n in gleicher Entfernung von der Axe r festgestellt sind, nimmt das Stäbchen ab eine horizontale Lage ein, weil es von beiden Seiten gleichstark angezogen wird. Das Absehen durch die Diopter d geht also in der Richtung des scheinbaren Horizontes. Aendert man aber die Lage des einen Schiebers, so daß etwa die Entfernung rn größer wird als rm, so nimmt der Stab ab und somit auch die Visirlinie eine gegen den Horizont geneigte Lage ein. Es ist somit klar, daß man bei fester Stellung m des einen Schiebers, für den andern n auf dem Stäbchen ab eine Eintheilung machen kann, welche verschiedenen Gefällen entspricht.

Figur 22.



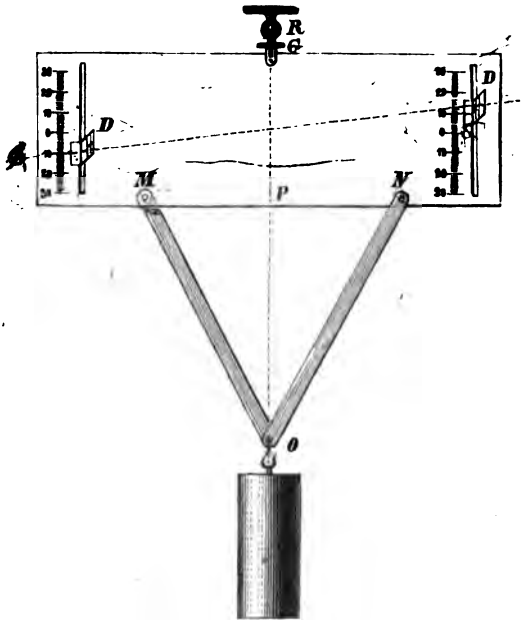
Damit das Instrument möglichst bequem werde, kann man es in einen Stock, welcher ausgehöhlt ist, und dessen Knopf das Gewicht bildet, zusammenlegen.

Angenommen, man wolle von einem beliebigen Punkte a (Figur 22) eines Bergabhanges eine Wegrichtung mit einem Gefälle von 5% abstecken; so stelle man das Instrument in a auf und richte vermittelst der gemachten Eintheilung das Stäbchen ab in die bezeichnete Neigung, indem

man den Schieber n auf die dem bestimmten Gefälle entsprechende Zahl einstellt. Nun lasse man den Gehilfen mit einer Zieltafel, wie Fig. 19, Seite 34, deren Höhe der Instrumentenhöhe bis zur Absehlinie (wenn diese horizontal geht) gleichkommt, in derjenigen Richtung den Bergabhang hinaufgehen, nach welcher überhaupt der Weg abgesteckt werden soll. Befindet sich der Gehilfe in einem Punkte b, in welchem die Absehlinie d d genau die Richtungslinie der Zieltafel trifft, so ist dies ein zweiter Punkt der zu suchenden Trace. Man begebe sich nun mit dem Instrumente an diesen Punkt und bestimme in gleicher Weise einen dritten u. s. f.

Neuerdings gibt Sickler seinem Gefällmesser folgende abgeänderte Einrichtung: Eine rechteckige Platte aus Messing ist mittelst Kugelgelenk G, das an der Mitte einer Langseite angebracht ist, in einem Ringe R aufgehängt, der durch den Stock gesteckt ist. Die gleich langen Messingstreben MO und NO sind in den Punkten M und N, die genau symmetrisch gegen die Mittellinie GP liegen, eingehängt und tragen an ihrem Verbindungsgelenke O ein Gewicht. In Folge hiervon stellt sich die Halbirungslinie PO vertikal und dadurch die darauf rechtwinkelige Langseite des Rechteckes horizontal. Längs den kürzeren Seiten des Rechteckes lassen sich die 2 Theile eines Diopters federnd verschieben, dabei vor einer Theilung hergleitend. Stehen beide Theile auf 0 der Theilung, so ist die Absehrichtung parallel der Langkante, also horizontal. Die Theile sind je 0,005 des Abstandes der Diopterstheile groß. Stellt man den einen Diopter n Theilstriche unter, den andern ebensoviele Theilstriche über den Nullpunkt, so hat die Absehlinie n % Steigung gegen den Horizont. Stünde der eine Diopterstheil n + 1 Theilstriche über dem Nullpunkt,

Figur 23.



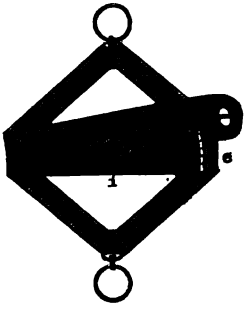
während der andere n Theilstriche unter o steht, so betrüge die Hebung der Absehlinie (n + 1/2) %. Gleicherweise kann man gegen den Horizont fallende Absehlinien herstellen. Die Diopter sind doppelt und lassen das Absehen in entgegengesetzten Richtungen vornehmen. Die Anwendung ist im übrigen wie bei der älteren Form des Gefällstockes. Preis 21 fl. 36 kr. Sowohl durch den leichten Transport als auch besonders dadurch empfiehlt sich der Gefällstock, daß man auf den steilsten Gebirgsabhängen leichter als mit jedem anderen Instrumente damit arbeiten kann. *)

§. 30.

5. Desaga's Gefällmesser.

Dieses dauerhafte, kleine und wohlfeile Instrument wird mit dem einen Ring in den etwas eingekerbten, etwa 5 Centimeter langen Stift eines etwa 1 1/2 Meter hohen Stabs gehängt; an dem andern Ring hängt ein Gewicht von etwa 1/2 Kilogramm, welches bei vollkommner Windstille auch wegbleiben kann. Eine um die Schraube a bewegliche Schiene trägt Diopter und einen Zeiger, der vor der in halbe Procente getheilten Scala e gleitet. Eine Messingmutter i in der Mitte dient, die Schiene, sobald sie auf das gewünschte Gefäll gestellt ist, festzuhalten. Hilfsapparat ist eine gewöhnliche Nivellirlatte (ohne Theilung) mit Scheibe. Die Scheibe wird genau so hoch geschoben als das Ocular diopter; der Gehilfe hat in beliebiger Entfernung Punkte aufzusuchen, die so hoch sind, daß die Absehelinie gerade die Mitte der Scheibe trifft. Je nachdem man Steigung oder Fall abstecken will, hängt man das Instrument an einen oder den andern Ring auf. Die Anwendung des Apparats beruht darauf, daß sich durch das Gewicht die Verbindungslinie des Ringmittelpunkts vertikal stellt und die Absehrichtung rechtwinklig hierzu, also horizontal steht, wenn

Figur 24.

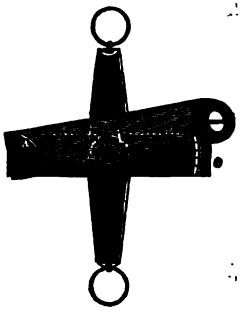


*) Die badischen Ingenieure bedienen sich des Gefällstockes selbst zur Absteckung von Eisenbahntracen im Gebirge.

der Zeiger auf den Nullpunkt der Theilung deutet. Will man vorhandenes Gefäll messen, so verschiebt man die Schiene, bis die Absehlinie die Mitte der Scheibe der Latte trifft, welche Mitte so hoch gerichtet ist, als der Diopter, und liest dann an der Theilung ab. Die Prüfung geschieht leicht dadurch, daß man von einem Punkte nach einem zweiten erst aufwärts visirt und dann, mit umgekehrter Aufhängung vom zweiten Punkte abwärts nach dem ersten. Ebenso lassen sich Fehler im Nivellement durch Aufstellen in der Mitte, Auf- und Abwärtsvisiren auf die einzelnen Stationen, leicht finden.

Figur 25.

Figur 26.



Will man einen Wegzug, ohne sehr große Genauigkeit, möglichst rasch auffinden, so läßt man das Gewicht, den Stab und die Nivellirlatte fort, hängt das Instrument am Finger auf und bemerkt sich an der Gestalt des vorausgehenden Gehilfen seine eigene Augenhöhe und nivellirt auf diese Art so schnell, als man überhaupt geht und dazu bei einiger Uebung mit einer für Waldwege genügenden Genauigkeit.

Will man Stab und Nivellirlatte nicht mit in den Wald nehmen, so haut man zwei gerade Stangen von $1^1/_2$ Meter ab, hängt an die eine mittelst eines Stiftes (Nagelbohrers) das Instrument und in die Dioptерhöhe an das andre ein Stück Papier. Auch zur Controle der Arbeiter, zum Nachsehen, ob die Nivellirpfähle nicht verändert wurden, ist das Instrument bequem.

Dasselbe Instrument (Figur 25 u. 26) wird auch zum Zusammenlegen als Tascheninstrument angefertigt, ist 16 Centimeter lang, 3 Centimeter breit, 2 Centimeter dick und wiegt 125 Gramme.

Soll dieses Instrument gebraucht werden, so schraubt man die auf der Rückseite befindliche Mutter etwas heraus, drückt die Schiene mit den Ringen gegen die Mutter, bis die Stifte frei sind, dreht dann das Ringstück um 90 Grade, damit es rechtwinkelig zu den Dioptern steht, drückt es wieder in die Stifte und schraubt die Mutter wieder fest zu.

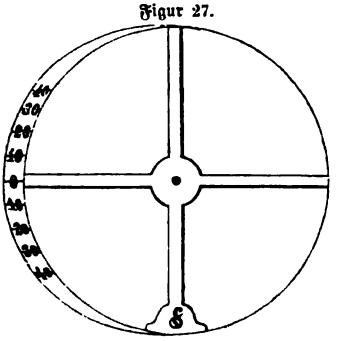
§. 31.

6. Das Drainagenivellirinstrument.

Das Drainagenivellitinstrument hat in seiner Construction viele Aehnlichkeit mit dem Bose'schen Instrumente, unterscheidet sich von diesem aber

dadurch, daß die Höhe hier nicht in Fußen und Zollen, oder Metern und Unterabtheilungen, sondern in Graden, also der jedesmalige Höhe- oder Tiefewinkel gemessen wird, welchen eine schiefe Ebene zum Horizonte bildet. Aus diesem bestimmten Winkel und der schiefgemessenen Stationslänge kann man alsdann sowohl den Höhenunterschied zweier verglichenen Punkte, als auch deren horizontale Entfernung durch trigonometrische Berechnung leicht finden, so wie man mit diesem Instrumente andererseits ein nach Graden bestimmtes gleichmäßiges Gefäll unmittelbar auf dem Gelände aufsuchen und abstecken kann.

Figur 27.



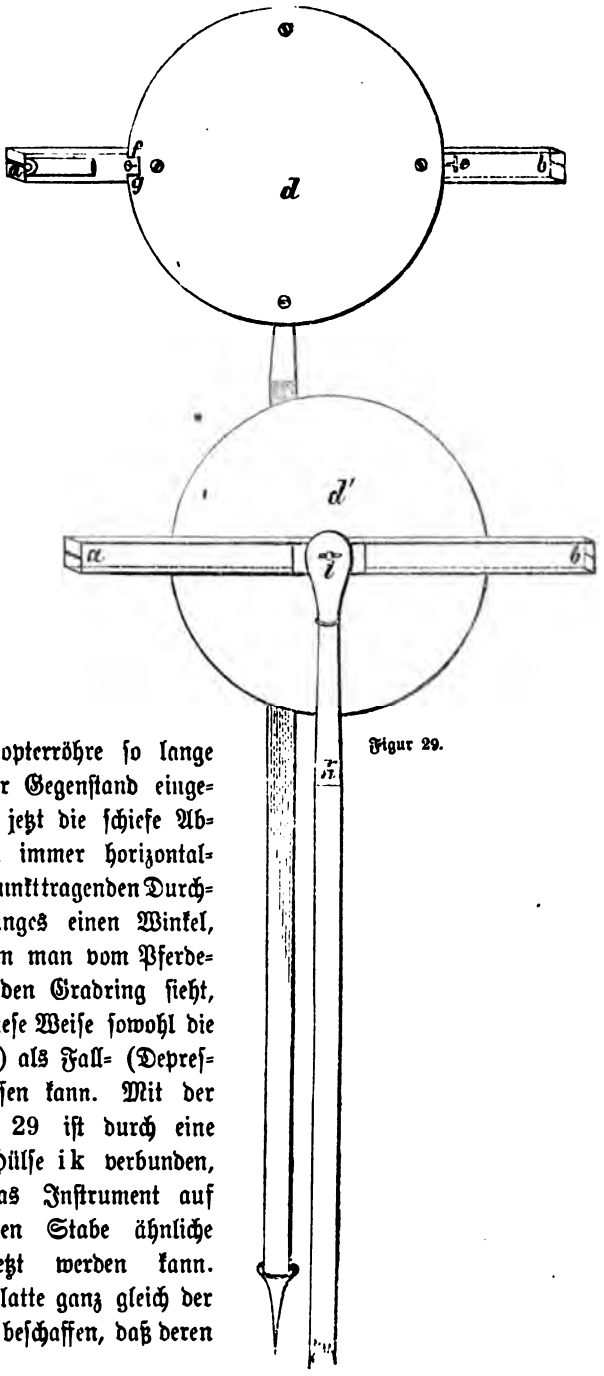
Das Instrument hat folgende Einrichtung: Das Pendel Figur 27 ist aus einem mit zwei rechtwinklig aufeinander stehenden Durchmessern versehenen Gradringe von Metall gebildet, welcher so getheilt ist, daß sich der Nullpunkt am Ende des horizontalen Durchmessers befindet und von da aus die Theilung in Graden nach beiden Seiten zählend, bis zu etwa 40° fortläuft. — Am unteren Ende des zweiten Durchmessers befindet sich bei c ein schweres Bleigewicht festgeschraubt, und in seinem Mittelpunkt hat der Gradring einen feinen spitzen Stift, mit welchem er in eine in der Mitte des etwas größeren Gehäuses befindliche Vertiefung eingesetzt werden kann. Dieses Gehäuse, welches Figur 28 von der Vorderseite d und Figur 29 von der Hinterseite d' zeigt, ist mit einem aufgeschraubten Deckel verschlossen und in dessen Mittelpunkte schwingt der Gradring um den Stift. In Folge des Bleigewichtes c wird der den Nullpunkt tragende Durchmesser immer eine horizontale Lage einnehmen. Bei dem Transporte des Instrumentes kann der Gradring durch die auf eine Feder drückende Schraube e Fig. 28 festgestellt werden.

Auf der Rückseite des Gehäuses ist eine durch dessen Mittelpunkt gehende vierkantige Röhre a b festgelöthet, in welcher sich bei a und b die Diopter befinden. Das Ocular-diopter a ist gebildet von einer horizontal liegenden Schauritze, das Objectivdiopter b von einem ebenso gespannten Pferdehaare. Wird nun das Gehäuse mit der daran befestigten Dioptertröhre so gedreht, daß das Pferdehaar genau den Nullpunkt des Gradringes deckt, welchen man durch einen am Gehäuse befindlichen Ausschnitt f g (Fig. 28) anvisiren kann, (indem man dabei sowohl durch die Schauritze nach dem Pferdehaare als auch durch eine seitlich der Röhre a b ange-

Bei den Libellen, bei welchen pendelnde Zeiger zur Verwendung kommen. als Ersatz für die Wasserwaagen, soll das störende Pendeln durch eine vor kurzem gesetzlich geschützte Vorrichtung vermieden werden. Bei dieser neuen Libelle ist über dem Zifferblatt ein drehbarer Zeiger aus Stahl oder Eisen angebracht. Auf dem Zifferblatt ist an der Peripherie eine Röhre aus weichem Metall vorgesehen, welche nach einer Mitteilung des Patentbureaus von H. & W. Pataky, Berlin, an ihrer nach der Mitte zugekehrten Seite aufgeschnitten ist. In diesem Röhrchen befindet sich ein stark magnetisches Kügelchen, welches den Zweck hat, beim Rollen auf den tiefsten Punkt, den Zeiger präcis nach sich ziehen. Der Zeiger wird sich sofort mitdrehen und auf dem Standpunkt der Kugel gleichfalls stehen bleiben. Die Waage, welche ausserordentlich handlich ist, wird sich zweifellos bei den Handwerkern, besonders auch, weil sie sich schnell und genau einstellt, sehr leicht einbürgern müssen.

Auf eine verbesserte Nivellierwaage welche für Bauhendwerker hohes Interesse haben dürfte, wurde neuerdings Karl Martin in Homburg v. d. Höhe Gebrauchsmuster erteilt. Diese Waage besteht nach einer Mitteilung des Patentbureaus von H. & W. Pataky, Berlin, aus einem kreisrunden Gehäuse, welches auf einer wagerechten Säule ruht und im Innern einen auf einer Skala lose spielenden magnetischen Zeiger enthält, welcher von einer gleichfalls magnetischen Stahlkugel beeinflusst wird. Die Skala im Innern des Gehäuses ist in vier gleiche Teile zu je 90 Graden eingeteilt, welch' letztere wiederum eine Teilung von $\frac{1}{5}$ Graden besitzen. Dieses Instrument, mittelst welchem sich jede beliebige Richtung genau bestimmen und prüfen lässt, besitzt vor der Wasserwaage zunächst den Vorzug der grösseren Dauerhaftigkeit, ausserdem tritt ein sofortiges Stillstehen des Zeigers ein, sobald die Kugel den tiefsten Punkt erreicht hat und ermöglicht deshalb dieselbe ein viel schnelleres und genaueres Arbeiten als dies mit der Wasserwaage möglich ist.

Figur 28.



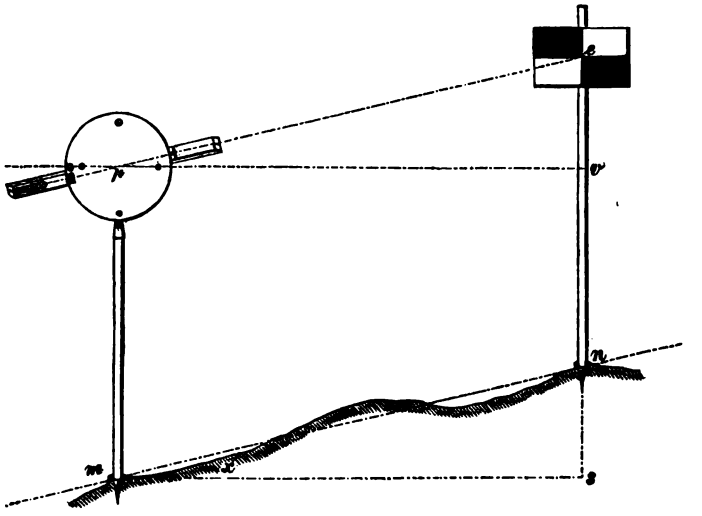
brachte Hülse nach dem Ausschnitte auf den Gradbogen sieht, und das anvisirte Pferdehaar sich über diesen verlängert denkt), dann liegt offenbar auch die Absehlinie in der Richtung des scheinbaren Horizontes, vorausgesetzt, daß der Gradring nicht festgebremst ist. Zielt man nun aber nach einem höher als der Nullpunkt liegenden Gegenstande, und dreht demgemäß das Gehäuse mit der Diopterröhre so lange aufwärts, bis jener Gegenstand eingestellt ist, so bildet jetzt die schiefe Absehlinie gegen den immer horizontalliegenden, den Nullpunkt tragenden Durchmesser des Gradringes einen Winkel, welchen man, indem man vom Pferdehaare herüber an den Gradring sieht, ablesen und auf diese Weise sowohl die Steig- (Elevations-) als Fall- (Depressions-) Winkel messen kann. Mit der Diopterröhre Fig. 29 ist durch eine Schraube i eine Hülse ik verbunden, mittelst welcher das Instrument auf das dem Bose'schen Stabe ähnliche Stockstativ aufgesetzt werden kann. Ebenso ist die Visirlatte ganz gleich der Bose'schen, d. h. so beschaffen, daß deren

Höhe bis zur Richtungslinie, der Instrumentenhöhe bis zum horizontal liegenden Durchmesser des Gradringes gleich ist.

Der Gebrauch des Instrumentes ist folgender:

Gesetzt es solle (Figur 30) der Neigungswinkel der schiefen Ebene m n gegen den Horizont m s, d. h. der Elevationswinkel x gefunden werden, so stelle man das Instrument in m, die Latte in n, wie die Figur zeigt, so auf, daß die eisernen Ringe auf dem Gelände sitzen, drehe die Diopterröhre, bis das Pferdehaar die Richtungslinie e der Zieltafel genau

Figur 30.



abschneidet, und lese den Winkel e p v = x z. B. 5° im Ausschnitte des Gehäuses ab. Hat man die schiefe Länge m n gemessen, so kann jetzt sowohl der Höhenunterschied n s als auch die Horizontalentfernung m s berechnet werden, denn es ist:

$$n\,s = m\,n \sin x$$

$$m\,s = m\,n \cos x.$$

Drainagenivellirinstrument wird dieses Werkzeug genannt, weil es zum Ziehen von Gräben bei Wiesenbauten, Ent- und Bewässerungsarbeiten benutzt werden kann, wenn das Gefäll in Graden angegeben ist.

Will man z. B. eine Grabenrichtung von 3° Gefäll abstecken, so hat man nur am aufgestellten Instrumente die Dioptervorrichtung genau auf 3° zu richten, mit der Visirlatte nach der gegebenen Richtung hin in beliebiger Entfernung einen Punkt des Geländes durch Versuche so auffinden zu lassen, daß die Richtungslinie der in diesem Punkte aufge-

steckten Zieltafel vom Pferdehaare gedeckt erscheint, und auf diese Weise fortzufahren.

Die Prüfung und Berichtigung wird gerade wie bei dem Bose'schen Instrumente vorgenommen.

§. 32.

Schlußbemerkung.

In die Klasse der Pendelinstrumente gehören noch eine Menge von Werkzeugen, deren Construction immer dasselbe Prinzip zu Grunde liegt, und auf welche wir deßhalb nicht näher eingehen zu sollen glauben, weil sowohl die Einrichtung als der Gebrauch dieser Instrumente leicht aufzufinden ist, wenn man die vorbeschriebenen kennt. Insbesondere verdienen hervorgehoben zu werden der bekannte Meßknecht von Preßler, das Nivellirinstrument von Schwangler, jenes von Hurth, der Geometerstock von Weigl u. a. m. Ebenso können viele geometrische Höhemesser, namentlich das Faustmann'sche Spiegelhypsometer zum Nivelliren von Waldwegen recht vortheilhaft benutzt werden*).

B. Von den Röhreninstrumenten.

§. 33.

Im Allgemeinen.

Das Princip, welches dieser Classe von Instrumenten, die man auch hydrostatische nennt, zu Grunde liegt, wurde bereits §. 9 angegeben. Das hierher gehörige für uns interessante Nivellirinstrument ist

Die Canalwage.

Wir werden sie im Nachfolgenden näher kennen lernen.

---

*) Das Schwangler'sche Nivellirinstrument ist in den vom k. b. Ministerial-Forstbureau herausgegebenen forstlichen Mittheilungen von 1860, Band III Heft 2, und das Hurth'sche Instrument im Märzhefte 1863 S. 112—115 und ebendaselbst 1868 S. 296—298 der Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen erklärt und besprochen. Weigl's Geometerstock ist beschrieben in der österr. Vierteljahrschrift für das Forstwesen, XIII. Band (1863) S. 127. Die Abbildung und genaue Beschreibung des Faustmann'schen Instrumentes befindet sich in der allg. Forst- und Jagdzeitung v. 1856 S. 441 und über dessen Brauchbarkeit beim Wegbaue handelt eben diese Zeitschrift v. 1857 auf S. 202.

§. 34.

1. Die Canalwage.

Figur 31.

Die Canalwage, auch Waſſerwage genannt, beſteht aus einer cylindriſchen Röhre von Eiſen-, Meſſing- oder Kupferblech von etwa 1 Meter Länge und etwa 2—3 Centm. Durchmeſſer, mit rechtwinkelig umgebogenen Endſtücken, in welch' letztere kurze Glascylinder eingekittet oder eingeſchraubt ſind. In der Mitte der Blechröhre iſt eine Hülſe oder zapfenförmige Vorrichtung c angebracht, welche auf ein dreifüßiges Stativ paßt. Letzteres muß ſich ſo aufſtellen laſſen, daß der Zapfen c lothrecht ſteht, damit bei einer horizontalen Drehung der Röhre um denſelben auch die Glascylinder nahezu eine lothrechte Stellung einnehmen. — Die rechtwinkeligen Anſätze der Blechröhre ſind in der Regel etwas weiter, als das Mittelſtück, weil man den Gläſern mindeſtens 3 Centm. lichten Durchmeſſer gibt. Oben können die Gläſer durch Deckel oder durch Korkpfropfen beliebig geſchloſſen und geöffnet werden.

Figur 31. Figur 32.

Dieſes Röhrenſyſtem wird nun mit reinem oder beſſer mit roth oder violett gefärbtem Waſſer gefüllt und in der Art zum Nivelliren benutzt, daß man an den nach hydroſtatiſchen Geſetzen in einer Horizontalebene liegenden Rändern der durch die Gläſer ſichtbaren Flüſſigkeitsſäulen vorbei nach lothrecht in den Endpunkten der Station aufgeſtellten Schieblatten blickt, und die Richtungslinie der Zieltafel von dem Gehilfen auf ein gegebenes Zeichen (am beſten durch auf- oder abwärts Winken mit

der Hand), in obige Absehlinie aa als in die Richtung des scheinbaren Horizontes einrichten läßt.

Damit man die Ränder der Wassersäulen (deren Oberflächen ohnehin concav sind, d. h. an den Rändern etwas höher als in der Mitte stehen) deutlich sieht, sollen die Gläser möglichst rein sein, und damit die Theile der Flüssigkeitsoberfläche wirklich eine Horizontalebene bilden, dürfen die Gläser nicht zu eng und nicht ungleich weit sein, weil bei engen Röhren von verschiedenen Durchmessern in Folge der Capillarität die eine Flüssigkeitssäule höher stehen würde, als die andere.

Aber auch weite Glascylinder, bei denen der Einfluß der Capillarität verschwindet, dürfen keine verschiedenen Durchmesser haben, weil sonst bei schiefem Stande des Stativzapfens c jede Drehung der Blechröhre nach einer anderen Richtung den Horizont der Absehelinie zu viel hebt oder senkt.

Weil das Absehen über die beiden Wasserflächen beschwerlich schien, so hat man auch versucht, die Glasröhren mit Dioptern zu versehen (Figur 28), welche an denselben bis an die Ränder der Wassersäulen jedesmal verschoben werden können; auch hat man schwimmende Diopter in die Wassersäulen eingesetzt, alle diese umständlichen und zeitraubenden Vorrichtungen aber so ziemlich wieder aufgegeben, weil sie den gewünschten Erfolg nicht hatten. Denn für einigermaßen Geübte sind die Diopter gänzlich überflüssig und das Absehen geht leicht und die Messung ziemlich sicher von Statten, wenn man die nachfolgenden praktischen Regeln beobachtet:

1) Man stelle das Stativ, wie bereits angegeben, so auf, daß der Zapfen c möglichst lothrecht steht.
2) Man visire, nachdem das Wasser zur Ruhe gekommen ist, nicht durch die Gläser, sondern an den Rändern beider Wassersäulen gleichzeitig und zwar auf der nämlichen Seite vorbei, und richte das Absehen durch Drehung der Blechröhre möglichst auf die Mitte der Zieltafel und nicht an den Rand derselben.
3) Man halte dabei das Auge nicht zu nahe an die Röhre, sondern in einer Entfernung von wenigstens $^1/_2$ Meter.
4) Man vergesse nicht (wie Anfänger leicht thun), durch Wegnahme oder Lüften der Deckel oder Stöpsel der äußeren atmosphärischen Luft Zutritt zu geben, was unbedingt geschehen muß, damit kein ungleicher Druck auf die Wasser-

säulen ausgeübt wird, in Folge dessen die Oberflächen derselben und mithin auch die durch sie angegebene Absehelinie nicht mehr in einer Horizontalebene liegen würden, die Messung also fehlerhaft ausfiele.

5) Es werde bei dem Transporte des Instrumentes für sorgfältige Schließung der Röhren zur Verhinderung des in manchen Fällen sehr unangenehmen Wasserverlustes gesorgt.

Das starke Schwanken des in der Canalwage befindlichen Wassers während des Transportes kann auch dadurch gemäßigt werden, daß man nach Fig. 27 in der Fassung jedes Glascylinders einen hohlen Blechkegel i anbringt, dessen kleinere Oeffnung nach oben gerichtet ist, während die größere sich an die Röhrenwand anschließt.

Da die Genauigkeit der Canalwage nicht sehr groß ist (etwa $^1/_{2000}$ der Stationslänge), so ist dieselbe im Allgemeinen allerdings nur zu Arbeiten von minderem Belange zu empfehlen, für den Forstmann übrigens immerhin ein recht brauchbares Instrument, wenn es sich um Nivellements, Aufnahme von Profilen zur Anlage von Waldwegen und sonstige dergleichen Bauarbeiten handelt, wobei noch als besonderer Vortheil hervorgehoben zu werden verdient, daß die Messung mit der Canalwage sehr schnell von Statten geht, weil sich der scheinbare Horizont jedesmal von selbst herstellt, und jeder gewandte Arbeiter leicht auf den Gebrauch dieses Instrumentes eingeübt werden kann.

Endlich wäre noch zu bemerken, daß man die Entfernungen der Latte vom Instrumente nicht gern größer als 20 Meter (eine Kettenlänge) annimmt, also beim Nivelliren aus der Mitte, die Stationslänge zu 40 Meter, weil bei größeren Entfernungen die Visirhöhen zu unsicher werden.

Das Geschäft des Nivellirens selbst, je nach den verschiedenen Methoden, geht zur Genüge aus den §§. 12 und 13 hervor, auf welche hier Bezug genommen wird, und die Prüfung der Canalwage besteht hauptsächlich darin, daß man sich von der guten Beschaffenheit der Gläser und ihrer wasserdichten Verbindung mit dem Instrumentenkörper überzeuge.

Die Keith'sche Quecksilberwage, welche ganz auf dem Principe der Canalwage beruht, ist ein ziemlich außer Gebrauch gekommenes Instrument, weil dasselbe im Verhältniß zu seiner Brauchbarkeit kostspieliger ist, als andere derartige Werkzeuge, und soll aus diesem Grunde von der Beschreibung desselben Umgang genommen werden.

C. Von den Libelleninstrumenten.

§. 35.

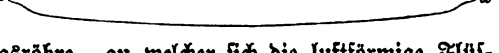
Im Allgemeinen.

Unter allen Nivellirinstrumenten sind die Libelleninstrumente die genauesten, weil die Röhrenlibelle das beste Mittel abgibt, sich davon zu überzeugen, ob die Absehelinie möglichst genau in der Richtung des scheinbaren Horizontes verläuft.

Hinsichtlich des Allgemeinen über die Libelle auf die praktische Geometrie verweisend, wollen wir nur das Wesentlichste über die Röhrenlibelle hierbeifügen.

Man versteht unter Röhrenlibelle eine mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten (von welchen die tropfbar flüssige den bei weitem größten Raum, die luftförmige nur einen kleineren einnimmt) gefüllte, tonnenförmige, an beiden Enden zugeschmolzene Glasröhre, welche in eine mit Füßen und mit den nöthigen Correctionsschrauben versehene Fassung von Messing gebracht ist. Die eingefüllten Flüssigkeiten*) sind bei den neueren Libellen Schwefeläther und Dampf dieser Flüssigkeit; die Glasröhre aber kann man sich dadurch mathematisch entstanden denken, daß sich (Figur 33) ein Kreisbogen**) um eine seiner Sehne ab parallele Linie cd als Axe gedreht hat, weshalb diese letztere auch die Libellenaxe genannt wird. Liegt diese horizontal, so ist die Mitte e des Röhrenbogens die höchste Stelle in der Glasröhre, an welcher sich die luftförmige Flüssigkeit, die „Luftblase" als specifisch leichter befinden, „einspielen" wird. Umgekehrt kann man aus dem Einspielen der Luftblase bei einer guten Libelle, auf die horizontale Lage der Libellenaxe schließen. Ist nun die Röhrenlibelle mit der Absehelinie unseres Instrumentes so verbunden, daß beide parallel sind, so muß bei ein-

Figur 33.



*) In früherer Zeit hat man Wasser und atmosphärische Luft angewendet und die Libelle Wasserwage genannt.

**) Der Krümmungshalbmesser beträgt bei sehr feinen, empfindlichen Libellen 100 Meter und mehr.

spielender Luftblase nicht nur die Libellenaxe, sondern auch die Absehlinie in der Richtung des scheinbaren Horizontes liegen.

Je nachdem nun die Absehlinie durch ein astronomisches Fernrohr mit Fadenkreuz, oder durch ein Diopterlineal hergestellt wird, unterscheidet man:

Das Libelleninstrument mit Fernrohr, und das Libelleninstrument mit Dioptern, welch' letzteres auch Nivellirdiopter genannt wird. Diese Instrumente, insbesondere die mit Fernröhren versehenen sind sehr verschieden, einfacher oder complicirter eingerichtet, je nachdem man denselben Zweck durch verschiedene Mittel, mit geringerer oder größerer Schärfe zu erreichen bestrebt war; auch tragen sie mitunter besondere Vorrichtungen zur Erreichung von Nebenzwecken, sind z. B. mit Höhen- und Horizontalkreisen zum Messen der Vertical- und Horizontalwinkel versehen, das Fernrohr ist oft zugleich behufs Ablesung der Stationslänge als Distanzmesser und die dazu gehörige Nivellirlatte auf der Rückseite als Distanzlatte eingerichtet, so daß diese Instrumente von der einfachen Grundlage der Nivellirinstrumente bis zu den Universalinstrumenten übergehen. Sie sind von einem dreifüßigen Stative getragen, auf welches sie entweder aufgeschraubt oder aufgestellt werden können*).

Wir werden im Nachfolgenden nur das einfache Libelleninstrument mit Fernrohr und das Nivellirdiopter als die Grundlage der gesammten Klasse betrachten, weil diese für unsere Zwecke des Waldwegbaues in der Regel ausreichend sind und im Gebrauche am häufigsten vorkommen werden. Ehe wir übrigens auf die beiden vorgenannten Instrumente näher eingehen, soll zuvor einiger zur Anwendung gekommener Werkzeuge gedacht werden, welche freilich als Nivellirinstrumente für Zwecke des Waldwegbaues mindere Bedeutung haben, allein ebenso gut als die Pendelsetzwage und Bergwage hier Erwähnung verdienen; diese sind:

die Libellensetzwage und
das Setzniveau.

---

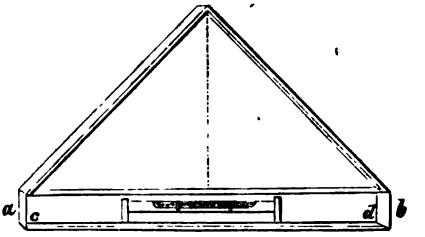
*) Die besten Nivellirinstrumente sind jene von Breithaupt, Ertel, Siener und Stampfer.

§. 36.

1. Die Libellensetzwage.

Die Libellensetzwage besteht aus einem etwa $^1/_2$ Meter langen, 5 Centim. breiten und 5 Centim. hohen parallelepipedischen Kästchen a b von gutem trockenen Holze, Figur 34, in welches ein metallenes Lineal c d genau paßt und auf dessen Bodenfläche aufliegt. Auf der Mitte dieses Lineales ist eine Röhrenlibelle so befestigt, daß wenn ersteres in das Kästchen gelegt ist, die Axe der Libelle parallel mit der unteren Fläche des Kästchens geht, und wenn letzteres auf einer Ebene steht und die Luftblase einspielt, diese Ebene demnach die Richtung des scheinbaren Horizontes einnimmt. Das Kästchen kann durch Einschieben eines genau passenden Deckels verschlossen, und dadurch die Libelle beim Transporte gegen das Zerbrechen geschützt werden.

Figur 34.



Eine solche Libellensetzwage hat gegenüber der Pendelsetzwage den Vortheil, daß man auch bei windigem Wetter die horizontale Lage von Linien oder Ebenen prüfen kann und die Arbeit etwas genauer wird.

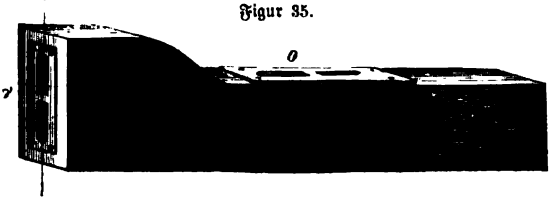
Häufig findet man übrigens mit dieser Libellensetzwage zugleich die Pendelsetzwage verbunden, wie Figur 34 zeigt, indem auf dem Kästchen ein gleichschenkeliges Dreieck befestigt ist, in dessen Spitze ein Loth angehängt werden kann, welches bei horizontaler Lage der unteren Fläche des Kästchens, den an letzterem angezeichneten Spielpunkt deckt.

Die Libellensetzwage kann je nach den gegebenen Verhältnissen für sich, oder in Verbindung mit dem Richtscheite gebraucht werden.

Die Construction der soeben beschriebenen Libellensetzwage ist schon etwas älter. Eine neuere, welche zugleich zur Untersuchung vertikaler Ebenen dient, hat Mechanikus Falter in München in folgender Weise (Figur 35) angefertigt.

In einem ohngefähr $^3/_4$ M. langen und 30 Centim. dicken Holzkörper sind zwei kleine Röhrenlibellen so angebracht, daß die

Figur 35.



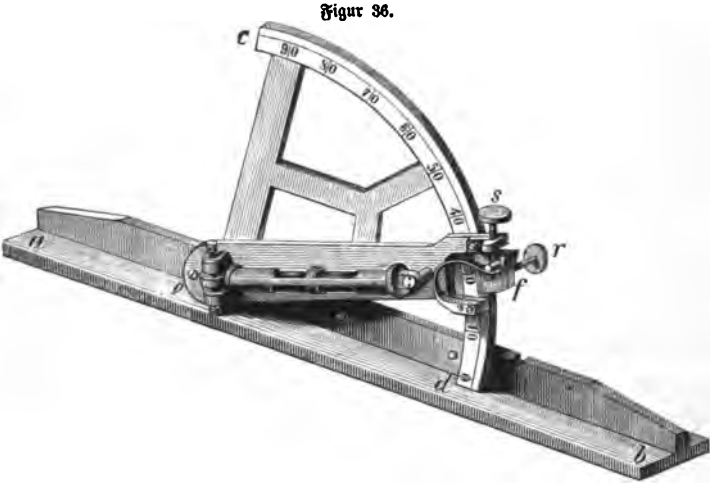
eine in das Langholz eingelassene o zum Horizontalstellen, die andere im Hirnholze befindliche o' zum Vertikalstellen benutzt werden kann, je nachdem man das Instrument mit seiner unteren Längsfläche auf eine horizontale Ebene aufstellt, oder an eine vertikale anlehnt. Die Libellen sind in Vertiefungen des Holzkörpers eingekittet, und durch ausgeschnittene, auf das Holz geschraubte Messingplättchen gegen Beschädigung geschützt.

§. 37.

2. Das Setzniveau. (Figur 36.)

Das Setzniveau von Weißbach, gleichfalls eine neuere Construction, ist ein Instrument, welches zur Messung vertikaler Winkel in vielen Fällen vortheilhaftere Dienste leistet und weit genauere Resultate liefert, als die früher §. 27 beschriebene Bergwage.

Figur 36.



Es besteht aus einem messingenen Lineale a b, welches mit einem zu seiner Grundfläche rechtwinklig stehenden Quadranten c d, dessen kleinste Theile $^1/_3$ Grade sind, fest verbunden ist. An letzterem läßt sich eine Alhidade e f, deren Nonius Minuten angibt, gleichzeitig mit einer darauf befestigten Röhrenlibelle um den Mittelpunkt e des Gradbogens verschieben. Eine Klemmschraube r dient zur Hemmung der groben Bewegung und eine Mikrometerschraube s mit gegenüberliegender Feder vermittelt alsdann die feine Einstellung. Der Nullpunkt der Theilung auf dem Quadranten liegt in dem mit der Grundfläche des Lineales parallelen Halbmesser des Gradbogens, und der Nullpunkt des Nonius ist so angebracht, daß, wenn der-

selbe auf jenen des Gradbogens gestellt wird, die Axe der Libelle parallel mit der Linealgrundfläche geht, und wenn letztere alsdann auf eine Horizontalebene gelegt ist, die Luftblase einspielen muß.

Wird nun aber das Setzniveau auf eine gegen den Horizont geneigte Ebene gestellt, so kann deren Neigungswinkel dadurch gemessen werden, daß man die Alhidade mit der Libelle so lange im Gradbogen aufwärts schiebt, bis die Luftblase scharf einspielt, was mit Hülfe der Schrauben r und s geschehen kann und dann am Nonius den gesuchten Winkel abliest.

Beim Gebrauche gehört zu dem Setzniveau eine Latte, auf welche dasselbe gestellt werden kann. Sie darf sich nicht biegen, und ihre oberen und unteren Seitenflächen müssen genau parallel sein.

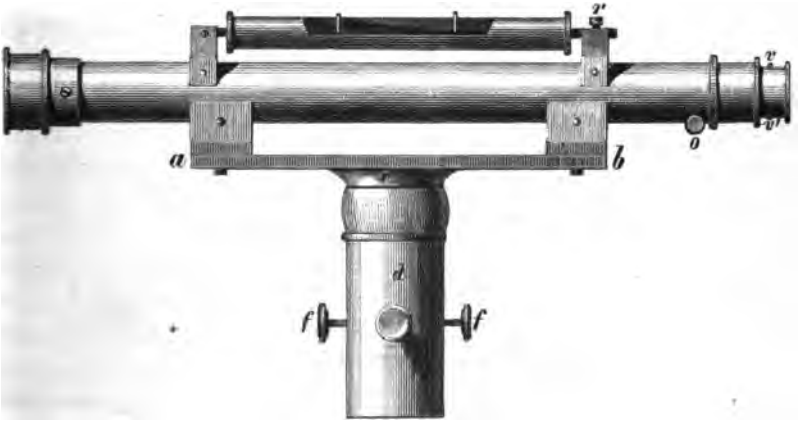
§. 38.

3. Das einfache Libelleninstrument mit Fernrohr*).

Figur 37.

Die Hauptheile, aus welchen dieses Nivellirinstrument besteht, sind: die Röhrenlibelle, ein astronomisches Fernrohr mit Fadenkreuz, die Horizontalstellschrauben und das Stativ. Indem

Figur 37.



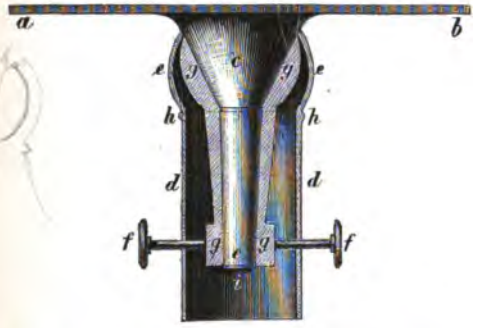
*) Das zur Erklärung gewählte einfache Libelleninstrument ist aus der Werkstätte des Mechanikus Georg Siener in Darmstadt.

wir diese allgemeinen Instrumentenbestandtheile als aus der praktischen Geometrie einzeln bekannt voraussetzen, sollen dieselben hier hauptsächlich nur in ihrer Verbindung und Gesammtwirkung betrachtet werden.

Die Röhrenlibelle ist derart auf dem Fernrohr befestigt, daß ihre Axe mit der Absehlinie parallel ist. Eine Correcturschraube s ermöglicht dieser Anforderung genau nachzukommen. Das Fernrohr liegt fest in den Lagern, welche selbst auf einer Platte a b sitzen und an dieser ist ein Zapfen c befestigt, der genau rechtwinkelig zur Absehlinie des Fernrohrs sein soll. Mittelst dieses Zapfens kann das Instrument sowohl in der Horizontalebene gedreht, als auch in verticaler Richtung etwas bewegt werden.

Eine richtige Vorstellung von der Verbindung des Instrumentes mit seiner vertikalen Drehaxe c, sowie von den Bewegungen desselben in horizontaler und vertikaler Richtung gibt Figur 38 im Vertikallängsschnitte.

Figur 38.



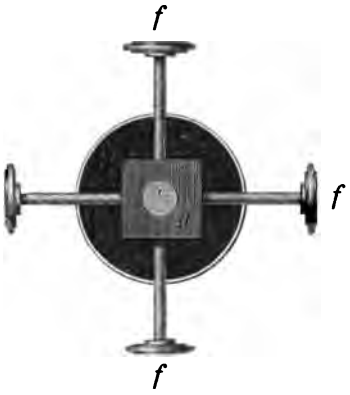
Der auf der Mitte der Platte a b rechtwinkelig befestigte Zapfen c läuft nach unten allmählig spitzer zu, und ist von einem hohlen Körper g seiner ganzen Länge nach umschlossen, in welchem er sich drehen läßt. Der Körper g ist oben kugelförmig verdickt und von einer ähnlich geformten Hülse e umgeben, welche mit ihrem oberen Ende an dem Zapfen c anliegt, mit dem unteren h auf den hohlen Aufsatzcylinder d aufgeschraubt ist, welch' letzterer den Körper g und Zapfen c umschließt, aber an g nicht anliegt. Der Theil g trägt an seinem unteren Ende eine vierseitige prismatische Verdickung, an deren unterer Fläche i das Ende des Zapfens c zum Vorschein kommt und durch eine Schraubenmutter festgehalten wird. Der Aufsatzcylinder d ist an seinem unteren Ende mit einem Schraubengewinde versehen und kann durch letzteres das Instrument auf das Stativ geschraubt werden. Durch diesen Cylinder d wirken die vier sich rechtwinkelig in der Axe des ersteren kreuzenden Horizontalstellschrauben f auf die vier Seitenflächen der prismatischen Verdickung g, wie die Figur 39 im Horizontalschnitte zu erkennen gibt.

Der Theil g, die Hülse e und der Aufsatzcylinder d können also durch Abschrauben vollständig von einander und von der das Instrument tragenden Platte a b mit an letzterer befestigtem Zapfen c getrennt werden.

Hieraus möchte klar sein:

1) daß das Instrument mit dem Zapfen c innerhalb des Theiles g gedreht werden kann, so daß die Absehlinie beständig horizontal bleibt; wenn der Zapfen c vertikal steht;
2) daß der Zapfen c mit dem Theile g durch Benutzung der Horizontalstellschrauben f, einer Bewegung fähig ist, die ihn vertikal stellt.

Figur 39.



Da die Absehlinie rechtwinkelig zur Drehungsaxe verlauft, so beschreibt sie bei der Drehung eine Ebene. Diese ist als horizontal erkannt, sobald man sich überzeugt hat, daß in zwei Lagen die Absehlinie horizontal verfauft. Die Horizontalstellung wird mittelst der vier Stellschrauben f auf lolgende Art vorgenommen:

Man drehe das Instrument über zwei zusammenwirkende (gegenüberliegende) Stellschrauben, nämlich so, daß die Libellenaxe und Fernrohraxe ziemlich in derselben Vertikalebene mit der Axe der beiden Schrauben liegen, soweit es nach dem Augenmaaße möglich ist. Der Stand der Blase in der Libelle sagt an, welches Ende des Fernrohrs zu tief liegt. Die Stellschraube dieser Seite wird ein wenig herausgezogen und die gegenüberstehende sofort nachgeschraubt. Will man sicher arbeiten, so darf die Drehung immer nur jeweils um einen sehr geringen Betrag vorgenommen werden und es muß sogleich das Nachschrauben erfolgen. Durch Wiederholung des Geschäfts bringt man endlich die Luftblase zum Einspielen; alsdann liegt in dieser Richtung die Absehlinie horizontal. Um nun eine zweite Absehlinie in der Bewegungsebene horizontal zu legen, drehe man das Instrument um 90°, so wird die Axe der Libelle mit den beiden anderen zusammengehörigen Stellschrauben nahezu wieder in einer Verticalebene liegen, und mittelst der letzteren Schrauben die Luftblase zum Einspielen gebracht werden können. Ergibt sich nun bei Zurückführung des Instruments in die erste Lage eine Abweichung der Luftblase, was in der Regel der Fall sein wird, so muß die Stellung des Zapfens abermals verändert und dies Verfahren so lange in den beiden Lagen wechselnd, unter Benutzung der diesen entsprechenden Stellschrauben wiederholt werden, bis sich keine Abweichung mehr zeigt und die Luftblase, nachdem die vier Stellschrauben festgeschlos-

sen sind, d. h. mit ihren Enden auf dem Theile g auffitzen, unverrückt einspielt, wenn man Fernrohr mit Libelle um die Axe dreht. Hat man sich in solcher Weise mit dem Instrumente aufgestellt, zielt nun in beliebigen Richtungen des scheinbaren Horizontes nach lothrecht auf dem Gelände aufgestellten Nivellirlatten und liest die entsprechenden Höhen ab, so kann man durch Vergleichung derselben die relativen Höhen aller rings herum liegender, erreichbarer Punkte ermitteln, was namentlich beim Nivelliren der Flächen vorkommt.

Manchmal befinden sich an den größeren Libelleninstrumenten nur drei, ein gleichseitiges Dreieck bildende, vertikalstehende Horizontalstellschrauben, durch welche ein das Instrument tragendes dreifüßiges Gestell gehoben oder gesenkt werden kann. In diesem Falle wird dann das Horizontalstellen in ähnlicher Weise wie bei dem Meßtische ausgeführt.

In Bezug auf den Gebrauch und die Bestimmung obiger vier Horizontalstellschrauben wäre also hauptsächlich hervorzuheben:

1) daß dieselben immer paarweise benutzt, nach derselben Richtung und zwar abwechselnd, immer jede nur einen geringen Betrag gedreht, und nur beim Feststellen gegen einander geschraubt werden;

2) daß nach vollendeter Horizontalstellung dieselben geschlossen sein, d. h. mit ihren Enden fest auf den Seitenflächen des Prismas g Fig. 39 auffitzen müssen, weil diese Schrauben nicht nur zum Horizontalstellen des Instrumentes, sondern auch dazu bestimmt sind, das horizontalgestellte Instrument durch Klemmung des Zapfens c und Vermittelung von g in diesem Zustande zu erhalten.

Um das Ablesen zu ermöglichen, hat das Fernrohr eine Fadeneinrichtung, sowie die übrigen Vorrichtungen zu genauem Einstellen und Erzielung eines scharfen Bildes der Nivellirlatte. Die Fadeneinrichtung besteht aus zwei in der Fernrohraxe sich kreuzenden Spinnenfäden, von welchen der eine horizontal, der andere vertikal liegt. Letzterer wird beim Einvisiren auf die Mitte der Latte gerichtet, und wo der Horizontalfaden die letztere schneidet, wird abgelesen. Da man nie der Horizontalität des sogenannten Horizontalfadens ganz sicher ist, drehe man das Fernrohr so, daß der Schnittpunkt der Fäden selbst auf die Theilung fällt und lese dessen Lage ab.

Die Fäden liegen in einem Ringe v v, Fig. 37, welcher sich in der Ocularröhre befindet und mit dieser durch die Ocularschraube o, oder bei

vielen Instrumenten auch ohne diese Schraube aus- und eingeschoben werden kann. Statt der leicht beschädigten feinen Spinnenfäden wendet man auch wohl ein genau parallelwandiges Gläschen an, auf welches zwei feine, rechtwinkelig sich kreuzende schwarze Linien aufgetragen sind; dasselbe wird auf den Ring gekittet, wie die Fäden.

Das Ocular muß so eingerichtet und gestellt werden, daß *nicht nur das Bild* des anvisirten Gegenstandes, *sondern auch das Fadenkreuz* durch das Ocular deutlich *gesehen werden*, und *Bild und Fadenkreuz in derselben Ebene* liegen.

Um das Fadenkreuz deutlich zu sehen, ist für ein *kurzsichtiges* Auge der Abstand zwischen Ocular und Fadenkreuz *geringer* herzustellen, als für ein normales oder weitsichtiges, und muß deßhalb entweder das *Ocularglas in der Ocularröhre etwas gerückt werden können*, indem es in letzterer ein- und ausgeschraubt und dadurch der Abstand zwischen Ocular und dem *feststehenden* Fadenringe verändert werden kann, oder was weniger zweckmäßig erscheint, es ist bei *unverrückbarem* Oculare *das Fadenkreuz längs der Axe etwas verschiebbar*, zu welchem Zwecke der Fadenring (Diaphragma) in einer besonderen kurzen Röhre liegt, und mittelst außerhalb vorstehender Schräubchen, die sich in Längsausschnitten bewegen, vor oder zurück geschoben werden kann. Man wird leicht bei jedem Instrumente erkennen, welche von diesen beiden Bewegungen von dem Mechaniker angebracht sind. Die Einstellung des Augenglases in die richtige Entfernung von dem Fadenkreuz, je nach der Beschaffenheit des Auges des Beobachters besorgt man vor Beginn der Messungen, und richtet dabei das Fernrohr gegen den hellen Himmel. Die Fäden müssen sehr scharf erscheinen, — allenfalls daranhängende Stäubchen deutlich erkennbar sein.

Wird nun ein näher oder entfernter gelegener Gegenstand durch das Fernrohr angesehen, so ist die Ocularröhre mit dem Fadenkreuz so lange herauszuziehen oder hineinzuschrauben, bis das Bild möglichst klein und scharf erscheint. Dabei ist Regel: bei *größerer Entfernung ist das Ocular dem Objectiv zu nähern, bei kleinerer Entfernung des Gegenstandes vom Objectiv zu entfernen*.

Man erhält die Stellung, bei welcher *Bild und Fäden in derselben Ebene liegen*, am besten auf folgende Weise: Man visire einen gutbeleuchteten, entfernten Gegenstand an, und stelle den Abstand des Oculares vom Objective so her, daß der angeblickte Gegenstand *deutlichst* gesehen wird. Um nun zu untersuchen, ob Bild und Fadenkreuz in derselben Ebene liegen, bewege man das Auge vor dem Ocularglase

etwas hin und her und beobachte, ob das Fadenkreuz, das man vorher auf einen scharf bezeichneten Punkt des angeblickten Gegenstandes eingestellt hat, diese Bewegung des Auges mitmacht, oder ob sich seine Lage gegen diesen Punkt nicht verändert. Bewegt sich das Fadenkreuz mit dem Auge nach derselben Richtung, so ist es weiter vom Oculare entfernt, als das Bild, im umgekehrten Falle näher, und der Fehler wird durch gehörige Verrückung des Ocularrohres mit dem Fadenringe weggeschafft. Arbeiten abwechselnd Personen von verschiedener Augenbeschaffenheit mit dem Instrumente, so ist selbstverständlich ein wiederholtes Verrücken des Augenglases gegen das Fadenkreuz nothwendig.

Die Arbeit des Nivellirens mit dem beschriebenen Instrumente bedarf unter Hinweisung auf die §§. 12 und 13 keiner besonderen Erläuterung; es möchten nur die bei diesem Geschäfte zur Ersparung von Zeit und Mühe zu beobachtenden praktischen Regeln in folgendem hervorzuheben seien:

1) Man stelle das Instrument mittelst des Stativs schon dem Augenmaaße nach möglichst horizontal auf, was man daran erkennt, daß die Luftblase bei horizontaler Drehung der Libelle immer beinahe zur Hälfte sichtbar ist (aus der Messingfassung hervorsteht).
2) Man sorge durch richtige Benutzung der am Instrumente vorhandenen, früher beschriebenen Vorrichtungen dafür, daß man sowohl die Fäden deutlich sieht, als auch das schärfste Bild an der Latte erhalte, da beides zu einer richtigen Messung unbedingt nothwendig ist.
3) Man überzeuge sich, um Zeitverlust zu vermeiden, ob man mit der Absehlinie die Latte noch erreicht, und nicht etwa über dieselbe hinweg, oder in den Boden sieht, daher vielleicht der Aufstellungspunkt des Instrumentes oder der Latte verändert werden muß.
4) Erst nach Erledigung der drei oben genannten Geschäfte erfolgt das genaue Horizontalstellen der Absehlinie und endlich hierauf
5) das richtige Ablesen der Lattenhöhe in der Weise, daß man zur Vermeidung einer Parallaxe mitten durch das Ocular und ruhig hindurchsieht, nachdem der Vertikalfaden genau auf die Mitte der Latte gebracht ist. Hat man ganz gut eingestellt, d. h. fällt das Fadenkreuz genau in den Ort des vollen Bildes der Latte, so ist keine Parallaxe zu befürchten.

Die Vortheile der mit Fernröhren versehenen Libelleninstrumente

bestehen hauptsächlich in der größtmöglichen Genauigkeit*) der erzielten Resultate, ferner in der Möglichkeit, bei gestattenden Bodenverhältnissen große Stationen machen zu können.

Prüfung und Berichtigung des Instrumentes.

Endlich wären noch die Prüfungen zu besprechen, denen das Instrument mit Fernrohr vor dem Gebrauche zu unterwerfen ist.

Diese beziehen sich in der Hauptsache auf folgende drei Untersuchungen:

1) ob die Libelle richtig ist, d. h. ob deren Axe rechtwinkelig zur Drehaxe des Fernrohrs steht;
2) ob das Fadenkreuz richtig ist, und
3) ob die Absehlinie parallel mit der Libellenaxe geht.

Zu 1. Man stelle das Instrument auf, bringe dasselbe genau über zwei Horizontalschrauben und mit letzteren, wie früher angegeben, die Luftblase zum scharfen Einspielen. Dreht man hierauf die Libelle mit dem Fernrohr um 180° und die Luftblase spielt wieder ein, so ist erstere richtig zur Axe, wenn nicht, so muß die Abweichung zur Hälfte mit der Correctionsschraube der Libelle, zur Hälfte mit den vorhin benutzten zwei Horizontalschrauben verbessert und dieses Verfahren so lange wiederholt werden, bis die Luftblase in beiden Lagen genau einspielt.

Zu 2. Nachdem die Prüfung und Berichtigung der Libelle nach Nr. 1. vorgenommen worden ist, muß das Fadenkreuz vorzüglich dahin untersucht werden, ob der wagerechte Faden auch wirklich horizontal liege. Zu diesem Zwecke stelle man das Instrument genau horizontal, d. h. die Drehaxe des Fernrohrs vertikal, und suche einen mäßig entfernten, gutbeleuchteten Punkt mit dem Instrumente auf, welcher an irgend einer Stelle von dem Horizontalfaden genau gedeckt erscheint. Führt man nun das Fernrohr in der Horizontalebene langsam ein wenig hin und her, und bleibt bei dieser Bewegung der anvisirte Punkt immer auf dem Faden, so ist letzterer horizontal, weicht er aber von demselben ab, so muß, je nach der Einrichtung zum Horizontalstellen, die von den verschiedenen Künstlern verschieden angebracht ist, entweder die Ocularröhre gedreht, oder der Faden durch die am Ringe vorhandenen Correctionsschräubchen so lange verschoben werden, bis diese Abweichung beseitigt ist; oft ist auch der Faden vom Mechaniker

*) Die Genauigkeit dieser Instrumente beträgt je nach ihrer geringeren oder größeren Vollkommenheit 1 : 20000 bis 1 : 600000 und darüber.

gleich so angebracht, daß er nach Horizontalstellung des Instrumentes durch die Stellschrauben horizontal liegt. — Der vertikale Faden kann auf ähnliche Weise dadurch geprüft und verbessert werden, daß man nach horizontaler Aufstellung des Instrumentes ein Loth anvisirt und zusieht, ob dieses seiner Länge nach vom Faden gedeckt erscheint oder nicht; und läßt sich endlich das Fernrohr in seinen Lagern umdrehen, so kann eine weitere Untersuchung dahin vorgenommen werden, ob der Kreuzpunkt der Fäden in der mechanischen Axe liegt. Diese geschieht dadurch, daß man einen gutbeleuchteten Punkt genau mit dem Kreuzpunkte der Fäden anvisirt, das Fernrohr in seinen Lagern um seine Axe dreht und beobachtet, ob bei dieser Drehung das Fadenkreuz beständig auf dem anvisirten Punkte bleibt, oder denselben verläßt. Im ersteren Falle ist die verlangte Bedingung erfüllt, im letzteren muß durch die Correctionsschräubchen geholfen werden.

Zu 3. Diese Untersuchung ist die wesentlichste von allen, und wird nach Regulirung des Fadenkreuzes in folgender Weise vorgenommen:

Man stelle das Instrument an einem mäßig geneigten Hange in einem Punkte A, die Latte in B in einer Entfernung von beiläufig 40—50 Meter auf, richte das Instrument genau horizontal, nehme ein Absehen nach der Latte, lese ab, und messe genau die Höhe des Instrumentes bis zur Axe des Fernrohres, wobei in A und B gehörig feste Punkte am Boden vorhanden sein müssen, am besten in die Erde eingeschlagene Pfähle, deren Köpfe horizontal abgeschnitten sind. Es sei L die abgelesene Lattenhöhe, J die gemessene Instrumentenhöhe, und f die Reduction auf den wahren Horizont; ferner gehe die Absehlinie an der Latte um x zu hoch, so ist die richtige Lattenhöhe $(L - x - f$, und der richtige Höhenunterschied der Orte A und B ist:

$$J - (L - x - f) = J - L + x + f.$$

Hierauf stelle man das Instrument in B, die Latte auf die Kopffläche des Pflockes A auf, und verfahre wie vorhin. Sind jetzt die gemessenen Höhen an der Latte und an dem Instrumente L' und J', so ist die richtige Lattenhöhe $L' - x - f$, da x und f dieselben Werthe haben müssen, wie vorhin, und der Höhenunterschied zwischen B und A ist:

$$J' - (L' - x - f) = J' - L' + x + f.$$

Die Summe beider Gefälle muß also offenbar $= o$ sein, also:

$$J - L + x + f + J' - L' + x + f = o$$

$$(L + L') - (J + J') - 2f = 2x; \text{ hieraus}$$

$$x = \left(\frac{L + L'}{2}\right) - \left(\frac{J + J'}{2}\right) - f.$$

ω
Constante

Ist das zu untersuchende Instrument fehlerfrei, so muß sich bei obigem Verfahren, wenn man in die entwickelte Gleichung für die abgelesenen Lattenhöhen L und L', sowie für die gemessenen Instrumentenhöhen J und J' die betreffenden Werthe einsetzt, x = o herausrechnen. Erhält man für x einen positiven Werth, so geht das Absehen an der Latte zu hoch. Stellt man daher die Zieltafel an der Schieblatte um das Maaß x tiefer, so wird sie im scheinbaren Horizonte des Fernrohrs stehen. Bei negativem Werthe von x wird die Zieltafel um x erhöht. In dem einen wie in dem anderen Falle muß nun die Absehlinie je nach der Construction des Instrumentes auf verschiedene Weise verrückt werden, bis der Faden die eingestellte Richtungslinie der Zieltafel genau schneidet. Die Verbesserung geschieht entweder durch Verstellung des Fadenkreuzes oder durch die Schraube g (siehe Fig. 40), wenn sich eine solche an dem Instrumente befindet. Bei dem folgenden Nivellirdiopter wird das näher erklärt.

Durch diese Operation ist nun die Fernrohraxe in den Horizont, d. h. rechtwinkelig zur Drehaxe gestellt worden. Da aber durch den Gebrauch der Schraube g die Libelle jede Bewegung des Fernrohrs mitmacht, so ist diese deshalb noch in derselben Lage zum Fernrohre wie vorher, und nicht mehr rechtwinkelig zu dessen Drehaxe. Bringt man nun aber durch die Libellencorrectionsschraube r die Luftblase zum scharfen Einspielen, so steht jetzt deren Axe wieder rechtwinkelig zur Drehaxe, und da die Correctionsschraube r das Fernrohr nicht bewegt, so sind jetzt Libellen- und Fernrohraxe parallel und das Instrument richtig.

Es ist klar, daß bei dem Nivelliren aus der Mitte der Station, auch der durch eine falsche (nicht genau horizontale) Ziellinie begangene Fehler sich ziemlich oder ganz aufhebt, je nachdem man sich annähernd oder genau in der Mitte der Station aufstellt, welcher Vortheil bereits im §. 16 aufgeführt worden ist.

§. 39.

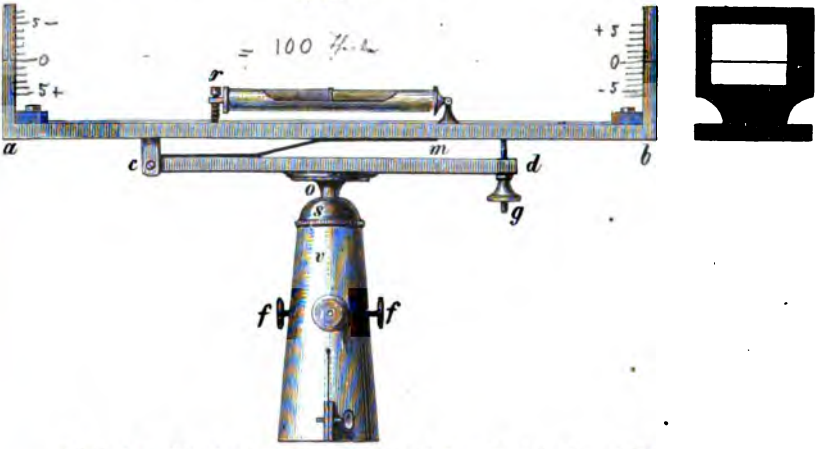
4. Das Nivellirdiopter.

Figur 40.

Dieses Instrument unterscheidet sich von dem vorigen in der Hauptsache nur dadurch, daß dasselbe anstatt eines astronomischen Fernrohres mit Fadenkreuz, einen Stab a b trägt, an dessen Enden rechtwinkelig auf demselben die Diopter (Nebenfigur) stehen, welche zum Absehen nach entgegengesetzten parallelen Richtungen eingerichtet sind. Die an dem Drehzapfen

o feſte Platte c d hat bei c zwei Stahlſpitzen, die eine Axe bilden, um welche ſich der Stab a b vermittelſt der Schraube g etwas drehen läßt und m iſt die Feder zur Vermeidung des todten Ganges. Die Vorrichtung zum Horizontalſtellen des Nivellirdiopters, ſowie zu deſſen Drehung in der Horizontalebene iſt ähnlich jener bei dem vorhergehenden Inſtrumente; s iſt die obere Hülſe und v der Aufſatzcylinder.

Figur 40.



Auf der Mitte des Diopterlineales a b iſt eine Röhrenlibelle mit Correctionsſchraube r ſo befeſtigt, daß ihre Axe rechtwinkelig zur Drehaxe o ſteht und die durch die Diopter gehenden Abſehlinien mit der Libellenaxe parallel ſind.

Der Gebrauch des Nivellirdiopters iſt derſelbe wie der des mit Fernrohr verſehenen Inſtruments, nur iſt eine Schiebelatte ſtatt einer Reichenbach'ſchen anzuwenden. Die Prüfung erſtreckt ſich wieder auf die bei dem Inſtrument mit Fernrohr aufgeſtellten erſten und dritten Anforderungen, doch hat an die Stelle der Prüfung des Fadenkreuzes hier die Unterſuchung zu treten, ob beide durch die entgegengeſetzten Diopter gebildete Abſehlinien mit der Libellenaxe parallel ſind.

Die erſte Prüfung, ob nämlich die Libellenaxe rechtwinkelig zur Drehaxe des Diopterſtabes geht, geſchieht gerade wie bei dem vorigen Inſtrumente; in gleicher Weiſe die Berichtigung des etwa gefundenen Fehlers.

Ebenſo wird die Unterſuchung, ob die eine Abſehlinie mit der Libellenaxe parallel iſt, in ganz derſelben Weiſe ausgeführt. Man berechnet alſo nach der entwickelten Formel den Werth für x, und wird dieſer nicht Null, ſo hat die Verbeſſerung in der dort angegebenen Weiſe einzutreten. Man läßt nämlich die Zieltafel, je nach dem poſitiven oder negativen Er-

gebnisse für x, um diese Größe abwärts oder aufwärts schieben, und stellt mit der Schraube g die Absehlinie genau auf deren Richtungslinie ein. Da die mit dem Diopterstabe a b fest verbundene Libelle diese Bewegung mitmacht, so wird die Luftblase veranlaßt, einen Ausschlag zu geben, welcher dem zu verbessernden Fehler gleich ist und wie im §. 38 zu 3 durch die Libellencorrectionsschraube r weggeschafft wird, d. h. mittelst Schraube r wird die Luftblase zum scharfen Einspielen gebracht. Ist auf diese Weise die eine Absehlinie mit der Libellenaxe parallel gestellt, so wird es auch die andere sein, wenn die Diopter in einer Ebene liegen. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur das Diopterlineal a b um 180° zu drehen und zu beobachten, ob bei einspielender Libelle diese zweite Absehlinie genau auf die Richtungslinie der unverändert gebliebenen Zieltafel einschneidet. Ist letzteres der Fall, so ist die verlangte Bedingung erfüllt, wenn nicht, so ist es am besten, den Faden des zweiten Diopters etwas zu verrücken, bis der Fehler verbessert ist, oder vermittelst der Schraube g die genaue Einstellung vorzunehmen, und den sich dabei ergebenden Ausschlag der Luftblase zu merken. Stellt man dann beim Gebrauche der zweiten Absehlinie die Luftblase genau so, wie sie eben stand, so ist das Absehen horizontal.

Die Genauigkeit des Nivellirdiopters steht natürlich jener der Fernrohrinstrumente bedeutend nach und kann höchstens 1 : 12000 angenommen werden.

Professor Stampfer in Wien hat das Instrument dadurch zu verbessern gesucht, daß er ein Fernrohr (bei welchem bekanntlich Bild und Fadenkreuz in einer Ebene liegen) ohne Vergrößerung angebracht und für dasselbe den Namen Diopter beibehalten hat (Stampfer's Nivellirdiopter). Es wird der Vortheil des deutlicheren Sehens gewonnen und die Bequemlichkeit vor- und rückwärts visiren zu können ohne Aenderung der Stellung. Das Fernrohr besteht aus zwei ganz gleichen Convexlinsen und einem Fadenkreuze, welches in der Mitte des Abstandes beider Linsen steht.

Die Genauigkeit des Stampfer'schen Nivellirdiopters kann zu $^1/_{20000}$ angenommen werden.

§. 40.

5. Nivellirdiopter, zugleich Gefällmesser.

Mech. Staudinger in Gießen verfertigt ein dem eben beschriebenen ähnliches Nivellirdiopter, dessen Anwendung, wie erörtert, zu machen ist.

Allein er bringt ein zweites Objectivdiopter an, welches rechtwinkelig zum Diopterlineal verschoben werden kann und dabei an einer Theilung gleitet, auf welcher Hundertel der Entfernung der zwei Diopterstücke aufgetragen sind. Hat man die Libelle zum Spielen gebracht, so geht die Absehlinie, welche durch Ocular- und feststehendes Objectivdiopter bestimmt ist, horizontal; die durch dasselbe Ocular- und das bewegliche Objectivdiopter bestimmte aber horizontal, n $^0/_0$ steigend oder n $^0/_0$ fallend, je nachdem der bewegliche Diopertheil auf 0, auf + n, oder auf — n der Theilung steht. Eine Noniusvorrichtung läßt Zehntel-Procente der Steigung ablesen. Soll das Instrument als Gefällmesser benutzt werden, so gehört dazu ein Stab mit einer Zieltafel von unveränderlicher Höhe, derart, daß die Richtungslinie der Zieltafel genau der Instrumentenhöhe gleich kommt, welche durch eine besondere Einrichtung des Stativs immer bei jeglicher Aufstellung gleich groß gemacht wird. Der oberste Theil des Stativs ist ein kegelförmig zulaufender Zapfen von Holz, auf welchen die Hülse des eigentlichen Instrumentenkörpers geschoben und festgeklemmt wird. An den Zapfen setzt sich ein dreiseitiges Prisma aus Holz, an dessen Seitenflächen die drei Stativbeine um Metallaxen drehbar und in beliebiger Stellung durch eine Mutter feststellbar sind. Die Stativbeine sind auf eine gewisse Strecke hin aufgeschlitzt; man kann sie also nicht nur um die Axe drehen, sondern auch durch Schieben längs des Schlitzes verlängern oder verkürzen. Endlich geht von dem prismatischen Stativtheile aus ein einfacher, unten eisenbeschlagener Stock aus, der anscheinend ein viertes Bein des Stativs bildet, aber nicht zum Tragen bestimmt ist, sondern nur dazu dient, jederzeit dem Instrument dieselbe Höhe zu geben. Man hält, während die Bremsschrauben der drei Beine offen sind, das Instrument so, daß der mittlere Stock dem Augenscheine nach senkrecht aufsteht, dreht dann die drei Beine um ihre Axe, daß sie in geeignete Lage kommen, schiebt nun zunächst das erste Bein längs des Schlitzes herab, drückt es fest mit seiner Eisenspitze in den Boden und bremst es dann fest. Ebenso verfährt man mit dem zweiten und schließlich mit dem dritten Beine. Das Stativ muß ganz fest stehen, der Stock in der Mitte darf aber nicht tragen, sondern grade nur aufstehen. Mit einiger Uebung gelingt dies sicher und leicht. Der Gebrauch des Instruments zum Abstecken oder Aufsuchen von Gefällen ist nun ganz so, wie bei dem Pendelinstrumente §. 27 und §. 29 beschrieben wurde. Das Staudinger'sche Instrument ist sehr empfehlenswerth, auch billig (fl. 30 etwa).

Ertel in München verfertigt Nivellirdiopter als Gefällmesser. Auch bei diesen Instrumenten ist das Objectivdiopter an einer nach Procenten

Anzug

Über Herstellung der bayerischen Generalstabskarten

(Vortrag von Oberleutnant Beyerlein v. 15 Inf. Reg. 20/II 1900.

Die Grundlage der Herstellung dieser Karten bilden die in den Sommermonaten Mai bis Mitte September stattfindenden Terrainaufnahmen d. h. die Vermessungen durch die zum Bureau commandirten Officiere.

Dieser Terrainaufnahme selbst geht als Vorarbeit die Thätigkeit der mathematischen Sektion um 1 od. 2 Jahre voraus, welche das aufzunehmende Terrain mit einem Nivellements-Netz versieht. Sie nimmt zu diesem Zweck mittelst Nivellier-Instruments auf den Hauptstrassen und wo solche fehlen auf den wichtigsten Verbindungsstrassen ~~auf~~ eine auf Normal Null des Amsterdamer Pegels basirte, auf Centimeter genaue Messung vor, deren Ergebniß als Nivellements-Punkte in die betreff. Steuerblätter eingetragen werden. Im Hochgebirge beschränken sich diese Nivellements auf die in den Thälern führenden Hauptwege, die Zugangswege zu den Almen während die Gipfel der Berge trigonometrisch festgelegt werden, so daß den eigentlichen Vermessungsarbeiten im Hochgebirge nur dürftige Hilfsmittel zu Gebote stehen. Einige Barometerpunkte stammen noch aus früheren Zeiten, sind aber für die Aufnahmen fast ohne Ausnahme werthlos.

Die Aufnahmen nach Höhenschichten begannen 1867

Nachdem verschiedene Vorarbeiten auf den Steuerblättern erledigt und von Seite des Sektions Chefs jedem einzelnen Aufnehmer durch Herausgabe eines Conspektes das ihm zufallende Gelände nach Steuerblättern zugewiesen ist, (deren Zahl sich nach der Schwierigkeit des Terrains richtet) nachdem man sich ferner mit Zeichenmaterial und geeigneten Civilkleidern versehen hat, beginnt die äussere Aufnahme-Arbeit. . . . . .

Vertaben

Allein er bringt ein zweites Objectivdiopter an, welches rechtwinkelig zum Diopterlineal verschoben werden kann und dabei an einer Theilung gleitet, auf welcher Hundertel der Entfernung der zwei Diopterstücke aufgetragen sind. Hat man die Libelle zum Spielen gebracht, so geht die Absehlinie, welche durch Ocular- und feststehendes Objectivdiopter bestimmt ist, horizontal; die durch dasselbe Ocular- und das bewegliche Objectivdiopter bestimmte aber horizontal, n $^0/_0$ steigend oder n $^0/_0$ fallend, je nachdem der bewegliche Diopertheil auf 0, auf + n, oder auf — n der Theilung steht. Eine Noniusvorrichtung läßt Zehntel-Procente der Steigung ablesen. Soll das Instrument als Gefällmesser benutzt werden, so gehört dazu ein Stab mit einer Zieltafel von unveränderlicher Höhe, derart, daß die Richtungslinie der Zieltafel genau der Instrumentenhöhe gleich kommt, welche durch eine besondere Einrichtung des Stativs immer bei jeglicher Aufstellung gleich groß gemacht wird. Der oberste Theil des Stativs ist ein kegelförmig zulaufender Zapfen von Holz, auf welchen die Hülse des eigentlichen Instrumentenkörpers geschoben und festgeklemmt wird. An den Zapfen setzt sich ein dreiseitiges Prisma aus Holz, an dessen Seitenflächen die drei Stativbeine um Metallaxen drehbar und in beliebiger Stellung durch eine Mutter feststellbar sind. Die Stativbeine sind auf eine gewisse Strecke hin aufgeschlitzt; man kann sie also nicht nur um die Axe drehen, sondern auch durch Schieben längs des Schlitzes verlängern oder verkürzen. Endlich geht von dem prismatischen Stativtheile aus ein einfacher, unten eisenbeschlagener Stock aus, der anscheinend ein viertes Bein des Stativs bildet, aber nicht zum Tragen bestimmt ist, sondern nur dazu dient, jederzeit dem Instrument dieselbe Höhe zu geben. Man hält, während die Bremsschrauben der drei Beine offen sind, das Instrument so, daß der mittlere Stock dem Augenscheine nach senkrecht aufsteht, dreht dann die drei Beine um ihre Axe, daß sie in geeignete Lage kommen, schiebt nun zunächst das erste Bein längs des Schlitzes herab, drückt es fest mit seiner Eisenspitze in den Boden und bremst es dann fest. Ebenso verfährt man mit dem zweiten und schließlich mit dem dritten Beine. Das Stativ muß ganz fest stehen, der Stock in der Mitte darf aber nicht tragen, sondern grade nur aufstehen. Mit einiger Uebung gelingt dies sicher und leicht. Der Gebrauch des Instruments zum Abstecken oder Aufsuchen von Gefällen ist nun ganz so, wie bei dem Pendelinstrumente §. 27 und §. 29 beschrieben wurde. Das Staudinger'sche Instrument ist sehr empfehlenswerth, auch billig (fl. 30 etwa).

Ertel in München verfertigt Nivellirdiopter als Gefällmesser. Auch bei diesen Instrumenten ist das Objectivdiopter an einer nach Procenten

Über Herstellung der bayerischen Generalstabskarten
(Vortrag von Oberleutnant Beyerlein v. 15 Inf. Reg. 20/II 1900.

Die Grundlage der Herstellung dieser Karten bilden die in den Sommermonaten Mai bis Mitte September stattfindenden Terrainaufnahmen d. h. die Vermessungen durch die zum Bureau commandirten Offiziere.

Dieser Terrainaufnahme selbst geht als Vorarbeit die Thätigkeit der mathematischen Sektion um 1 od. 2 Jahre voraus, welche das aufzunehmende Terrain mit einem Nivellements-Netz versieht. Sie nimmt zu diesem Zweck mittelst Nivellirs Instruments auf den Hauptstrassen und wo solche fehlen auf den wichtigsten Verbindungsstrassen eine auf Normal Null des Amsterdamer Pegels basirte, auf Centimeter genaue Messung vor, deren Ergebniß als Nivellements-Punkte in die betreff. Steuerblätter eingetragen werden. Im Hochgebirge beschränken sich diese Nivellements auf die in den Thälern führenden Hauptwege, die Zugangswege zu den Almen während die Gipfel der Berge trigonometrisch festgelegt werden, so daß den eigentlichen Vermessungsarbeiten im Hochgebirge nur dürftige Hilfsmittel zu Gebote stehen. Einige Barometerpunkte stammen noch aus früheren Zeiten, sind aber für die Aufnahmen fast ohne Ausnahme werthlos.

Die Aufnahmen nach Höhenschichten begannen 1867

Nachdem verschiedene Vorarbeiten auf den Steuerblättern erledigt und von Seite des Sektions Chefs jedem einzelnen Aufnehmer durch Herausgabe eines Conspektes das ihm zufallende Gelände nach Steuerblättern zugewiesen ist, (deren Zahl sich nach der Schwierigkeit des Terrains richtet) nachdem man sich ferner mit Zeichenmaterial und geeigneten Civilkleidern versehen hat, beginnt die äußere Aufnahme-Arbeit. . . . . .

Vertauer

An einem der in das Steuerblatt eingetragenen Nivellements oder einem trigonometrischen Fixpunkte knüpft der Aufnehmer an, dehnt wählt in als Ausgangspunkt für eine zu messende Schleife, die das ganze nebenliegende Gelände umfaßt und welche wiederum bei einem andern Nivellementspunkt endigt, bei dem man mit demselben Höhenwerth ankommen muß, wie ihn der Nivellementspunkt angibt. — Die Messung geschieht mit dem Topometer, einem Instrument, welches mit Fernrohr zum Distanzablesen, einem Vertikalkreis mit Noniustheilung für die Höhenbestimmung und einer Bussole versehen ist, welch' letztere zur Bestimmung der Horizontal-Position dient.

Mit Hilfe dieses Instruments findet man von Punkt zu Punkt fortmessend mit Hilfe der Distanzablesung an der Meßlatte und der Bussole die genaue Lage jedes Punktes im Steuerblatt (Maaßstab 1:5000) ferner mit Hilfe des Vertikalwinkels und der Entfernung aus der „Cotentafel" die relative Höhe, somit auch die absolute Höhe des gemessenen Punktes. Solche Punkte werden pro Steuerblatt 500–1100 je nach der Unübersichtlichkeit und der Schwierigkeit der Curvenconstruktion eingemessen, in ganz übersichtlichem, glattem Terrain mindestens c. 300. Mit Hilfe dieser Punkte wird an Ort und Stelle, so wie man es sieht das Gelände eingezeichnet, wobei man oft der Terrainform nachgehen muß. Die geringste Unebenheit des Geländes muß noch durch die Horizontal Curven angegeben werden.

Der Vertikal-Abstand der Curven beträgt im Allgemeinen 10 Meter, jedoch muß im Flachlande und auch im Gebirge bei kleineren Formen auf einzelne Metercurven heruntergegangen werden. Z. B. der ganze rayon der Festung Ingolstadt ist in 2 Meter Curven mit dazwischenliegenden $\frac{1}{2}$ meter Curven gelegt. Als gute Tagesleistung sind c. 130 gemessene Punkte zu betrachten.

getheilten Scala verschiebbar. Die Instrumentenhöhe ist wechselnd und allemal auf die Nivellirlatte mit Schieber zu übertragen. Preis etwa 60 fl.

§. 41.

Schlußbemerkung.

Zum Schlusse wäre noch die Bemerkung beizufügen, daß auch viele Distanzmesser und Theodolithe zum Nivelliren gebraucht werden können, ebenso wie umgekehrt die vervollkommneten Nivellirinstrumente mit Höhen- und Horizontalkreisen, sowie zum Distanzmessen eingerichtetem Fernrohre, die Stelle der erstgenannten Instrumente vertreten können, weshalb man solche Universalinstrumente nennt. Es würde zu weit führen, alle die verschiedenen Libelleninstrumente, namentlich jene mit Fernrohr versehenen, wie sie aus den vielen mechanischen Werkstätten hervorgegangen sind, ausführlich zu beschreiben, einmal weil diese Ausdehnung dem Zwecke des gegenwärtigen Lehrbuches, welches das Nivelliren hauptsächlich in seiner Anwendung für den Waldwegbau behandelt, ferner liegt, dann aber auch weil Jeder, der die Grundlage des einfachen Instrumentes genau kennt und in der praktischen Geometrie bewandert ist, sich sehr leicht mit der Einrichtung, dem Zwecke und Gebrauche aller Nebenbestandtheile dieser Instrumente vertraut machen wird.

D. Von den Visirkreuzen.

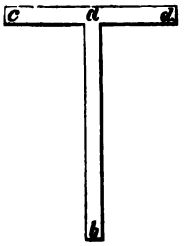
§. 42.

Beschreibung und Anwendung der Visirkreuze.

Obgleich streng genommen diese Werkzeuge nicht zu den Nivellirinstrumenten im engeren Sinne gerechnet werden können, weil dieselben nicht unmittelbar die Richtung des scheinbaren Horizontes anzugeben im Stande sind, so mag ihre Aufführung und Erklärung an dieser Stelle dennoch in so fern gerechtfertigt erscheinen, als sie dazu dienen, in eine durch zwei fixirte Punkte gegebene Richtung andere Punkte einzuwägen, und sie bei den Arbeiten des Waldwegbaues in vielen Fällen, namentlich bei dem Planiren, vortreffliche Dienste leisten.

Die Visirkreuze, Fig. 41, bestehen aus zwei etwa 12 Centim. breiten

und 3 Centim. dicken Brettchen, welche so zusammengefügt sind, daß das lange a b mit dem wagerechten 1 Meter langen Stücke c d in seiner



Mitte rechtwinkelig so verbunden ist, daß die ganze Höhe eines jeden der zusammengehörigen drei Visirkreuze eine gleichgroße ist und in der Regel 120 Centim. beträgt. Sie werden mit grell abstechenden Oelfarben, z. B. das eine auf der einen Seite roth, auf der andern weiß, das zweite ebenso roth und schwarz, und das dritte schwarz und weiß angestrichen, um sie und namentlich ihre hinteren Ränder je nach dem Stande der Sonne und der Farbe der dahinterliegenden Gegenstände ꝛc. beim Visiren deutlicher unterscheiden zu können. — Um ein Abnutzen ihrer Füße zu vermeiden, werden letztere am besten mit Eisen beschlagen.

Die Anwendung dieser äußerst nützlichen Werkzeuge zu Zwecken des Nivellirens und insbesondere bei dem Waldwegbaue, gründet sich auf die bereits erwähnte Möglichkeit, mittelst dreier Visirkreuze in die von zwei fixirten Punkten bestimmte Richtung, weitere dazwischen oder in der Verlängerung liegende Punkte des Geländes abzuwägen, und dabei entweder den Höhenunterschied der Punkte des Geländes von der gegebenen Richtung zu messen, danach Auf- oder Abtrag in diesen Punkten zu bestimmen, oder solche Punkte auf dem Gelände, namentlich in der Verlängerung der bestimmten Richtung aufzusuchen, in welchen diese Abweichung Null ist, d. h. welche genau in der gegebenen Richtung liegen.

Der ganze Gebrauch der Visirkreuze läßt sich auf folgende drei besondere Aufgaben zurückführen:

Erste Aufgabe.

(Figur 41.)

„Wenn zwei Punkte 1 und 2 auf dem Gelände bestimmt sind, durch diese also die Richtungslinie 1 bis 2 angegeben ist, einen dazwischenliegenden Punkt 3, welcher zu tief liegt, in die Richtung 1 — 2 einzuwägen, d. h. zu messen, um wie viel derselbe zu tief liegt, oder wie groß das Stück 3 d ist."

In den Punkten 1 und 2, und zwar auf die daselbst befindlichen Pflöcke stelle man je eines der Visirkreuze möglichst lothrecht auf, und lasse es festhalten, lasse dann einen Gehilfen im Punkte 3 eine einge-

Gleichzeitig mit der Terrainaufnahme findet auch eine Revision und Correktur des Details auf dem ganzen Katasterblatte statt. Alle neu angelegten Wege u. Straßen, Fußwege und alle Änderungen an diesen seit der letzten Correktur der Steuerblätter müssen eingemessen werden. Gleichzeitig findet eine Classifikation der Straßen u. Wege nach ihrer Bauart und Güte statt. Dazu kommen die Veränderungen an den Geländeerhebungen, Neubauten, Flußcorrektionen u. Änderungen an Wasserläufen, dann Einmessung von Waldgrenzen.

Die 1stündige tägl. Hausarbeit bezieht sich auf das Überzeichnen alles dessen, was unter Tags im Gelände mit Bleistift aufgenommen wurde mittelst Tusche und auf die Vornahme der Kultur-Ausscheidungen mit Farbentönen, so daß das fertige Steuerblatt eine vollkommene, tadellose Vorlage für alle weiteren auf ihm aufgebauten Arbeiten bietet.

In 1 Aufnahme Jahr können auf diese Weise mit den vorhandenen Mitteln u. Kräften durchschnittl. 300 Steuerblätter, im Hochgebirge nur 160 also entsprechend nicht ganz 2 Atlasblätter (resp. nicht ganz 1) geleistet werden, während Bayern in 110 Atlasblättern dargestellt ist.

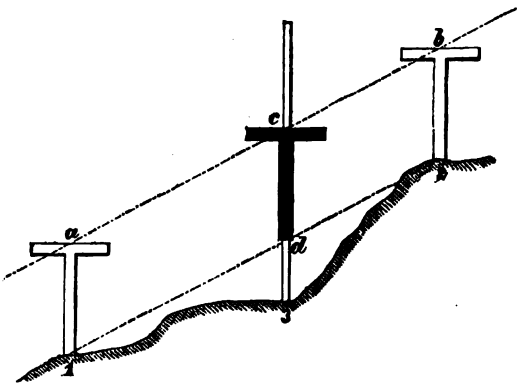
Reductions-Verfahren. Bis 1895 wurden die Steuerblätter aus der Hand in den Maaßstab 1 : 15000 reduzirt, wobei das Terrain (in Curven u. z. Theil) mittelst Schraffirung eingezeichnet wurde. Diese Zeichnungen wurden dann photographisch in 1 : 25000 reduzirt und davon durch photolithographische Reproduktion die „Positionsblätter" hergestellt.

Die ersten mit dieser Herstellungsweise verausgabten Positionsblätter 1 : 25000 zeigten Situation u. Gelände (dieses in Schraffen u. Curven) in Schwarz. Bei den späteren Blättern kam die Schraffur in Wegfall und gelangten die Blätter mit schwarzem Detail u. schwarzen Curven zur Ausgabe. Zuletzt wurden die Curven in brauner Farbe auf schwarzes Detail aufgedruckt, einzelne Blätter für besondere Zwecke mit braunen Schraffen erstellt.

Seit 1895 ist obiges Verfahren dadurch vereinfacht, daß immer 16 Stück Originalaufnahmeblätter (ein Positionsblatt) in ein Tableau zusammengespannt und auf 1/4 Größe also in 1 : 20000 photographirt worden.
Von diesem Negativ wird eine Photolithographie auf Stein erstellt, davon 2 Blaudrucke auf Zeichenpapier mit unterlegter Zinkplatte gemacht und diese nach den Vorschriften für Positionsblätter überzeichnet, die eine Platte im Detail, die andere in Höhenschichtenlinien. (Blaudruck deshalb, weil bei den nachfolgenden Verfahren Blau nicht erscheint, sondern nur was darauf schwarz oder braun gezeichnet wird.) Diese fertig gezeichneten Platten werden dann in photolithographischer Verjüngung auf 1 : 25000 reduzirt und vervielfältigt, wobei wieder das Detail schwarz, die Höhenschichten braun erscheinen.
Aus den Positionsblättern wird der topographische Atlas von Bayern in 1 : 50000 und die Reichskarte in 1 : 100000 hergestellt. Mit dem Atlas wurde bereits 1805 durch den französ. Ingenieur-Geographen Bonne begonnen. 1867 war die erste Bearbeitung des Atlasses vollendet. Die Umarbeitung schreitet nach Maaßgabe der Mittel langsam vorwärts. Ein Atlasblatt umfaßt 11,5 Positions- resp. 184,7 Steuerblätter.

theilte Meßlatte lothrecht aufstellen, und an letzterer das dritte Visirkreuz so lange aufwärts schieben, bis dieses mit seiner oberen Kante c in die Visirlinie a b tritt, welche über die oberen Kanten der beiden in 1 und 2 aufgestellten Visirkreuze genommen wurde; nun wird der Fuß d des dritten Kreuzes an der Latte das Maaß 3 d der nothwendigen Erhöhung des Punktes 3 (des Auftrages) angeben, um diesen Punkt 3 in die Richtung 1—2 zu legen.

Figur 41.



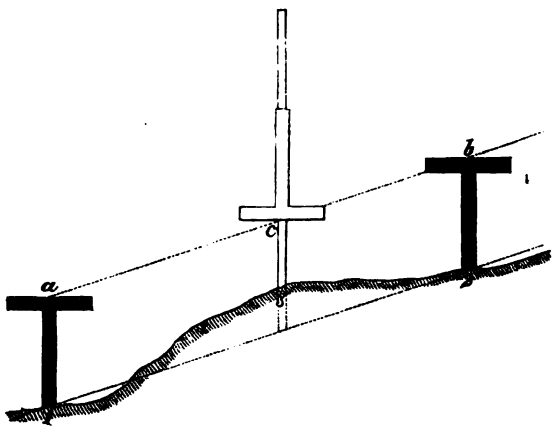
Zweite Aufgabe.

Figur 42.

„Liegt aber der Punkt 3 höher, als die durch 1—2 angegebene Richtung, so wäre zu bestimmen, wie viel dieser Unterschied als Abtrag beträgt."

Man lasse wie vorhin in den bestimmten Punkten 1 und 2 Visirkreuze lothrecht aufstellen und festhalten, das dritte im Punkte 3 zu benutzende wird man entweder so tief eingraben und einen Pflock so lange einschlagen, bis dieses Visirkreuz auf dessen Kopffläche stehend, in die Abschlinie a b mit seiner oberen Kante c tritt, oder besser, man wird das dritte Visirkreuz an der in 3 lothrecht aufgestellten Meßlatte, verkehrt gehalten, wie Fig. 42

Figur 42.



zeigt, so lange verschieben lassen, bis die wagerechte, jetzt unten liegende Außenseite c in die Absehlinie a b tritt. Die Differenz zwischen der Höhe eines Visirkreuzes und der an der Kante c gemachten Ablesung 3 c der Latte wird angeben, um wie viel der Punkt 3 zu hoch liegt, wie viel also abzutragen wäre.

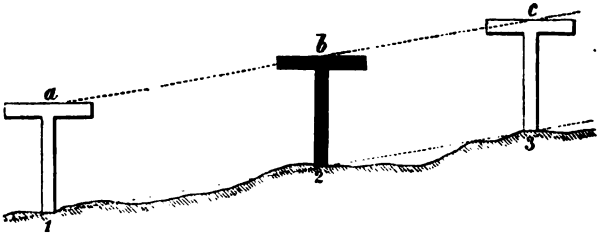
Bei Lösung dieser beiden Aufgaben versteht es sich wohl von selbst, daß es sich dabei nur um die Ermittelung und Beseitigung geringer Höhenunterschiede, Unebenheiten handeln kann, da die größeren Abweichungen des Geländes zuvor schon durch vollkommenere Nivellir-Instrumente erkannt und dann beseitigt sein müssen; sowie kaum bemerkt zu werden braucht, daß die abzuwägenden Punkte 3 in Fig. 41 und 42 ebenso gut außerhalb, als zwischen den beiden gegebenen Punkten 1 und 2 gelegen sein können.

Dritte Aufgabe.

Figur 43.

Endlich kann man sich der Visirkreuze auch zur Absteckung einer Wegrichtung mit gleichmäßigem Gefälle bei nicht zu großen Bodenabweichungen bedienen, wenn zwei Punkte der angenommenen Gefällrichtung gegeben, oder zuvor durch ein Nivellirinstrument abgewägt worden sind.

Figur 43.



Gesetzt 1 und 2 seien zwei bestimmte Wegpunkte (Fig. 43,) und in diesen die Pflöcke bis auf ihre richtige Höhe eingetrieben, so stelle man in diesen beiden Punkten Visirkreuze auf, und lasse einen Gehilfen durch Verstellen des dritten Kreuzes auf dem Gelände mittelst Versuchens einen Punkt 3 so aufsuchen, daß das über die beiden ersten Visirkreuze genommene Absehen a b genau auf die obere Kante c des in dem dritten aufgesuchten Stationspunkte stehenden Kreuzes eintrifft, dann liegt letzterer in der durch a b oder 1 — 2 angegebenen Gefällrichtung. Stellt man nun auf ähnliche Weise in dem zweiten und dritten Punkte die Kreuze auf, so kann durch das nämliche Verfahren ein vierter u. s. f. eine ganze Linie mit dem angegebenen Gefälle abgesteckt werden.

Man kann die Visirkreuze vortheilhaft benutzen, um zwischen zwei zu weit auseinander liegenden Längenprofilpunkten andere zur Erleichterung der Straßenbauarbeit einzuschalten. Auch zur Prüfung der ausgeführten Arbeit können die Visirkreuze nützlich verwendet werden.

V. Schlußbetrachtungen über das Nivelliren.

§. 43.

Im Allgemeinen.

Wir haben im §. 9 die Erklärung von „Nivelliren" dahin gegeben, daß man darunter dasjenige Meßgeschäft versteht, das Höhenunterschiede durch Instrumente bestimmt, welche die Richtung des scheinbaren Horizontes angeben. Die Arbeit kann nun nach zwei Seiten hin aufgefaßt werden, entweder:

A. Es handelt sich darum, die Höhenunterschiede auf dem Gelände gegebener Punkte durch Nivelliren zu messen, oder:

B. Punkte auf dem Gelände aufzusuchen, zwischen welchen gegebene Höhenunterschiede stattfinden.

A ist ein Geschäft der Aufnahme, B der Absteckung.

Bei diesen Aufgaben kann nun wieder die Lage der aufzunehmenden oder abzusteckenden Punkte auf dem Gelände in vertikaler und horizontaler Projection eine verschiedene sein, nämlich:

1) in Bezug auf die vertikale Projection können:
   a. die Höhenunterschiede der zu bestimmenden Punkte alle gleich Null sein, oder
   b. in einem unbestimmten oder bestimmten Verhältnisse zu den Horizontalentfernungen der Punkte stehen;
2) in Bezug auf die horizontale Projection können:
   a. die zu bestimmenden Punkte in einer geraden Linie liegen, oder
   b. in einer krummen Linie gelegen sein.
3) Die Punkte liegen in Bezug auf die horizontale oder vertikale Projection unregelmäßig zerstreut, und zwar
   a. entweder gleich hoch, also in einer Horizontalebene, welcher Fall auch eintritt, wenn die nach 2 b zu bestimmende krumme Linie mit gleich hoch liegenden Punkten in sich selbst (ihren Anfangspunkt) zurückkehrt (Horizontalcurven), oder

b. die Punkte liegen ungleich hoch, aber in einem bestimmten Neigungswinkel zum scheinbaren Horizonte, also in einer schiefen Ebene, oder endlich

c. die Punkte haben verschiedene, ganz unbestimmte Höhen.

Im Allgemeinen läßt sich das Geschäft des Nivellirens eintheilen in:
das Nivelliren der Linien und
das Nivelliren der Flächen.

§. 44.

Das Nivelliren der Linien.

Liegen die einzunivellirenden Punkte alle in einer Vertikalebene oder in einer lothrechten Cylinderfläche von willkürlicher Leitelinie, so heißt das Verfahren zur Bestimmung der Höhenunterschiede aller Punkte der hierdurch auf dem Gelände bezeichneten geraden oder krummen Linie „das Nivelliren der Linien." Die Zeichnung, welche eine klare Vorstellung von der Oberflächenform des Geländes gibt, und die Erhöhungen oder Vertiefungen des letzteren nach einer nivellirten geraden oder krummen Linie darstellt, nennt man im Allgemeinen Profil (Terrainprofil). Ist die Linie gerade, so stellt das Profil den Durchschnitt einer Vertikalebene mit der Oberfläche des Geländes vor; ist die Linie krumm, so gibt das Profil den Durchschnitt einer lothrechten Cylinderfläche mit der Bodenfläche. Werden endlich Profile nach zwei sich schneidenden Richtungen aufgenommen und gezeichnet, so unterscheidet man dieselben dadurch von einander, daß man das größere (nach der Längenrichtung hergestellte) das Längenprofil, das kleinere (nach der Breiterichtung aufgenommene) das Querprofil nennt. Längen- und Querprofile bedingen sich gegenseitig, und wo die einen oder andern fehlen, gibt es nur Profile schlechtweg.

§. 45.

Das Nivelliren der Flächen.

Sind die einzunivellirenden Punkte zerstreut nach verschiedenen Richtungen, aber einander doch so nahe gelegen, daß man aus ihrer gegenseitigen Höhenlage auf die geometrische Form der Bodenoberfläche schließen kann, so heißt die Bestimmung ihrer Höhenunterschiede: „das Nivelliren der Flächen." Zu der bildlichen Darstellung der nivellirten Flächen gehört auch die Construction der Horizontalcurven.

Das Nivelliren der Flächen kommt ferner vor, wenn versumpfte Orte trocken gelegt, Gruben ausgefüllt oder unebner Boden planirt werden soll, und der Rauminhalt einer solchen Grube oder die Masse eines Hügels u. s. f. zu berechnen ist. Das Nivellement solcher Stellen kann dann entweder in der Weise vorgenommen werden, daß man die Punkte mit Rücksicht auf die größten Abweichungen in der Fläche zerstreut annimmt und im Grundrisse durch ein Dreiecksnetz verbindet, oder man denkt sich die zu nivellirende Fläche durch eine Reihe unter sich paralleler, gleichweit entfernter Vertikalebenen geschnitten, und nivellirt in jedem einzelnen Profile in gleichen Horizontalabständen die verschiedenen Punkte, wobei der Grundriß als ein Netz von Quadraten oder Rechtecken erscheint, oder endlich man legt die Vertikalebenen von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte aus strahlenförmig über die zu nivellirende Fläche. Das zweite Verfahren möchte zur Berechnung des Rauminhaltes das angemessenste sein.

Nachdem sämmtliche Punkte der Profile auf die gewöhnliche Weise nivellirt sind, werden alle Höhenunterschiede (Ordinaten) auf eine gemeinschaftliche Horizontalebene zurückgeführt und die einzelnen, durch die Vertikalebenen gebildeten, mit ihren Grundflächen auf jener stehenden Körper, nach den Lehren der Stereometrie berechnet.

Bei Planirungen liegt dabei die Grundebene nicht immer horizontal, sondern ist oft geneigt, (abgeböscht) und die Höhenunterschiede der nivellirten Punkte werden dann auf diese schiefe Fläche bezogen.

Wir werden im zweiten Theile, dem Waldwegbau, sowohl die Aufnahme und Zeichnung der Profile, als auch die bei Waldwegbauten vorkommenden Berechnungen der Körper des Ab- und Auftrages ausführlich an der betreffenden Stelle besprechen.

§. 46.

Grundregeln beim Nivelliren.

Für Anfänger im Nivelliren möchten endlich folgende Regeln anzuempfehlen sein:

1) Feststellung eines je nach dem verfügbaren Instrumente und der anzuwendenden Methode sich richtenden geregelten Ganges der Arbeit und Festhaltung an demselben.
2) Prüfung und Berichtigung des Instrumentes vor dem Beginne des Nivellements.
3) Sorgfältiges Horizontalstellen des Instrumentes, genaues

Einvisiren und Einrichten auf die Zielscheibe, gutes Ablesen und geordnete, deutliche Aufschreibung.

4) Sorgfältige Reinigung und Aufbewahrung des Instrumentes nach dem täglichen Gebrauche; Schutz gegen Staub, Nässe und Sonne durch Schirme.

5) Bei hindernden Gebüschen oder Gestrüppen ist dieses bei Seite zu halten oder besser abzuhauen, und beim Nivelliren durch ältere Waldbestände kann man sich in der Regel einen Standpunkt suchen, welcher zwei Punkte einzunivelliren gestattet, ohne daß man Bäume fällen läßt; beim Nivelliren durch Zäune, Hecken kann man sich in der betreffenden Höhe Lücken ausräumen lassen, um hindurch blicken zu können.

6) Beim Nivelliren einer versumpften Fläche muß dieselbe vor Allem mit einer Reihe von Punkten umgeben werden, welche noch auf festem Boden stehen, und von dieser Umfangsfigur aus sind nach Innen so viele Punkte zu nivelliren, als man erreichen kann, die übrigen werden bei gefrorenem Boden nivellirt, oder es ist für geeignete Standpunkte des Instrumentes durch Einschlagen von je drei Pfählen zu sorgen.

7) Alle aufzunehmenden Profile sollen auf durch Grundpfähle bezeichnete Fixpunkte bezogen werden.

8) Jedes Nivellement ist durch sich selbst oder durch ein zweites zu prüfen.

Zweiter Theil.

Der Waldwegbau.

Einleitung.

§. 47.

Begriffe.

Landweg*), Weg nennt man jeden der Production entzogenen und ausschließlich zur Vermittlung des Verkehres oder Productenaustausches auf dem Lande hergerichteten Theil der natürlichen, festen Bodenoberfläche, welcher, wenn derselbe durch Waldungen zieht, Waldweg genannt wird.

Die Waldwegbaukunde umfaßt die systematische Darstellung der Regeln, nach welchen dauerhafte, zweckentsprechende Waldwege mit möglichst geringem Aufwande an Zeit, Kraft und Kosten, in der zweckmäßigsten Richtung und auf der thunlichst kürzesten Strecke hergestellt, benutzt und unterhalten werden sollen, wobei der Transport auf der Axe durch mit Zugvieh bespannte Fuhrwerke hier hauptsächlich in Betracht gezogen ist.

§. 48.

Zweck und Nutzen.

Der Hauptzweck eines geregelten Waldwegbaues ist die möglichst erleichterte Ausbringung der verschiedenen Waldproducte, sowie Schutz der Waldungen. Die hieran sich knüpfenden theils volkswirthschaftlichen Vortheile, theils polizeilichen und moralischen Rücksichten lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Die Erleichterung des Transportes durch gute Waldwege hat neben der Begünstigung und Förderung des allgemeinen Verkehres insbesondere eine intensivere Ausnutzung des Waldes durch den schnelleren, umfangreicheren und wohlfeileren Forstproducten-Ab- und Umsatz zur Folge. Sie bewirkt ein Steigen der Preise, namentlich des Holzes, des

*) Im Gegensatze zu Wasserweg.

Hauptproductes der Walderziehung, und verursacht also eine Erhöhung des Waldertrages im Allgemeinen, welche in vielen Fällen durch die ermöglichte Ausbringung werthvollerer Sortimente, mögliche Verwerthung der geringeren Sorten und verminderte Fabrikationskosten noch größer wird. Denn bei sehr schlechtem Zustande der Waldwege muß oft mancher zu Bauholz taugliche Stamm, der erschwerten Verbringung halber, in das Brennholz geschlagen werden, und die oft sehr großen Entfernungen, auf welche manchmal das Holz von hohen Bergen bis in die Thäler gerückt werden muß, werden bei einem, alle Waldtheile zweckmäßig durchschneidenden, gutangelegten Wegnetze geringer, und ermöglichen eine Herabsetzung der oft bedeutenden Rückerlöhne.

Die allmählig mit den besser gewordenen Verkehrsverhältnissen und geordneten wirthschaftlichen Einrichtungen der Waldungen ziemlich regelmäßig vorschreitende Zunahme der Holzpreise, zeigt sich überall, namentlich in den letzten Decennien, innerhalb welcher Zeit durch Erweiterung und Verbesserung der Wasser- und Landwege, freilich auch durch Ausdehnung des Schienennetzes, glänzende Resultate erzielt worden sind. Die im Jahre 1861 erschienene „Forstverwaltung Bayerns" gibt in dieser Beziehung auf Seite 472 eine interessante Zusammenstellung über das Steigen der Holzpreise in Bayern zwischen den Jahren 1831 und 1858, während welchen Zeitraumes sich dieselben um über 40 % durchschnittlich erhöht haben, welches erfreuliche Ergebniß aber auch anderseits mit der auf Seite 273 des genannten Werkes gegebenen Uebersicht zusammengehalten werden muß, nach welcher auf die productionsfähige Staatswaldfläche in Bayern zu 2,461,457 Tagwerken, 3,575,164 Längenruthen Waldweganlagen*) (darunter 330,707 chaussirte), oder auf je 1000 Tagwerk in runder Summe 1470 Ruthen Weglänge treffen. Auch in den Gemeinde-, Stiftungs- und Körperschaftswaldungen Bayerns, mit einer productiven Gesammtfläche von 1,144,203 Tagwerken, wurden in den Jahren 1843—1858 im Durchschnitte jährlich 29,497 Ruthen Waldweganlagen ausgeführt. Viele Waldungen, große Komplexe, welche ehedem oft kaum zugänglich waren, oder in denen die Wege nur mit Beschwerlichkeit und Gefahr benutzt werden konnten, sind jetzt von Kunststraßen und vollständig ausgebauten Wegnetzen durchzogen und der Holzverbringung erschlossen, wodurch oft eine gänzliche Umgestaltung der

*) Außer diesen aus Forst- und Triftmitteln hergestellten Holzabfuhrwegen durchziehen noch 447,743 Längenruthen Staats-, Distrikts- und andere Verbindungsstraßen die Staatsforste.

Verkehrs- und Absatzverhältnisse herbeigeführt wurde; — ja in nicht sehr langer Zeit wird sämmtliche der Waldproductenerziehung gewidmete Fläche, wo nur immer möglich, von systematisch angelegten und für die Zukunft berechneten Wegnetzen durchlegt sein, deren Grundlagen an vielen Orten, wo bis jetzt zur vollständigen Herstellung die Mittel noch nicht zu Gebote stehen, dadurch zur späteren Ausführung festgehalten werden, daß man das ganze projectirte Wegnetz in seinen Hauptadern auf das Gelände legt.

Es möchte auf Täuschung beruhen, wollte man schließen, daß die Durchführung eines geordneten Waldwegbausystemes eine Verminderung der productiven Waldfläche zur natürlichen Folge haben müsse; im Gegentheile wird ein geregelter Waldwegbau einen Gewinn an Fläche verursachen, indem viele unnöthige Wege, die s. g. Aus- und Nebenwege wegfallen, — welche entstehen, wenn die Fuhrleute dem schlechten Wege ausweichen, oder um lange Strecken abzuschneiden, genöthigt sind, sich neue Wege zu bahnen, — dann aber auch, weil man überhaupt bei dem Entwurfe eines Wegnetzes immer darauf bedacht sein wird, möglichst viele, an sich unproductive Flächen, Abtheilungslinien, Oedungen, Schneißen, hereinzuziehen und das productive Gelände der Holzerziehung thunlichst zu erhalten.

Außerdem wird bei einem guten Zustande der Waldwege den angrenzenden Beständen jeder Art, namentlich aber Schlägen und Kulturen weit weniger Schaden zugefügt werden, als im umgekehrten Falle, und die Ausübung des Forst- und Jagdschutzes, sowie des Betriebes und der Ueberwachung wesentlich erleichtert sein. Denn das planmäßig durchgeführte Wegnetz wird im Zusammenhalte mit dem Wirthschaftsnetze der Waldabtheilung eine dauerhaftere Grenze verschaffen, für die Anlage der Hiebe leicht aufzufindende Anhaltspunkte bieten, dadurch die Ordnung des Waldangriffes fördern. Der gute Zustand der Waldwege wird die oft so wünschenswerthe raschere Räumung der Schläge begünstigen, ja selbst ausgebrochene Waldbrände werden bei einem alle Waldtheile durchziehenden Wegnetze leichter beschränkt werden können.

Weiter wird die Abnutzung der Fuhrwerke und des Geschirres, sowie deren Unterhaltungskosten geringer sein, und in nationalökonomischer Beziehung ein Vortheil in sofern erreicht werden, als eine Menge Zeit und Arbeitskraft erspart wird, welche zu anderweitigen Zwecken nutzbringend verwendet werden kann.

Aber auch die Verminderung der Thierquälerei verdient hervorgehoben zu werden, und deren Einfluß auf den Viehstand, den Grundpfeiler der Landwirthschaft. Durch übermäßige Anstrengung des Zugviehes

entsteht Siechthum, Kränklichkeit und Verkrüppelung der Viehracen und Unlust zur Hebung der Viehzucht, der oft einzigen Nahrungsquelle armer Gebirgsbewohner.

Endlich werden Unglücksfälle und die durch letztere so häufig veranlaßten Forstfrevel aus Noth bei einem guten Zustande der Waldwege seltener vorkommen.

§. 49.

Von dem Wegnetze im Allgemeinen.

Der Waldwegbau konnte, wie schon aus dem im vorigen Paragraphen Gesagten hervorgeht, bei dem rationellen Betriebe der Forstwirthschaft und dem in diesem Jahrhunderte gewonnenen Aufschwunge derselben nicht zurückbleiben, und um den Anforderungen jener zu genügen, kann nunmehr von dem Entwerfen und dem Baue eines einzelnen Waldweges für sich keine Rede mehr sein, sondern es muß nicht nur für jedes Revier, sondern vielmehr für jeden zusammenhängenden Waldkomplex ein systematisch in einander greifendes Wegnetz entworfen werden, auch wenn dessen vollständige Ausführung erst nach Jahrzehnten möglich ist. Der Entwurf eines solchen Netzes setzt die sorgfältigste Prüfung nicht nur der Oberflächenverhältnisse des Geländes und des wirthschaftlichen Betriebes der Waldungen, sondern auch die genaueste Kenntniß des industriellen Verkehres, namentlich in Bezug auf Forstproductenabsatz voraus und erfordert die umsichtigste Behandlung. Die Gesammtverhältnisse des Waldkomplexes und seiner näheren und ferneren Umgebung, in Bezug auf gegenwärtige und zukünftige Benutzung, müssen dabei gründlich gewürdigt werden, um die Zweckmäßigkeit und Rentabilität der Anlage für alle Zeiten zu sichern, und darf über die Bestimmung einer einzelnen Wegrichtung niemals das Bild des ganzen zukünftigen Wegnetzes verloren gehen, sondern muß letzteres dem Entwurfe stets vorschweben.

Aber nicht nur in Bezug auf die Richtung und Verbindung der einzelnen Wege soll der Entwurf des Netzes nach obigen Hauptgrundsätzen geleitet, sondern auch in Hinsicht auf die Wichtigkeit derselben ein Unterschied gemacht, und dieser dem Baue zu Grunde gelegt werden. In einem Waldkomplexe gibt es Wege, welche das ganze Jahr hindurch und ununterbrochen benutzt werden, während wieder andere nur periodisch, auf kürzere oder längere Dauer und in verschieden großen Zeitabständen befahren werden. Es wäre eben so wenig zu rechtfertigen, einen solchen nur zeitweilig gebrauchten Neben-

weg mit sehr großem Kostenaufwande auszubauen, als anderseits die Sparsamkeit begründet werden könnte, welche einem ständig benutzten Hauptabsatzwege nicht die vollste Aufmerksamkeit und die dauerhafteste Art des Baues zuwenden wollte.

Aus dem Vorhergehenden ist zu erkennen, daß der Entwurf eines größeren Waldwegnetzes nicht von dem einzelnen Forstverwalter für seinen Revierbezirk, sondern in gemeinsamem Benehmen aller zum Waldcomplex gehörigen Parteien besprochen, ausgearbeitet und unter Leitung der Directivbehörde endgiltig festgestellt werden muß, und zwar wenn möglich gleichzeitig und in Verbindung mit der Herstellung oder Revision der Forstwirthschaftseinrichtungs-Operate. Von großem Nutzen ist dabei die Anfertigung einer besonderen Karte für das Wegnetz, unter entsprechender Ausscheidung und Ersichtlichmachung der einzelnen Wege in Bezug auf ihre Wichtigkeit und die Art ihres Baues, sowie die Ausarbeitung eines förmlichen Bauplanes, wobei die folgenden Hauptgrundsätze leitend sein sollen:

1) In der ersten Bauperiode sollen die Hauptwege mit Chaussirung gebaut und unterhalten werden. Die Länge dieser Periode ist von den verfügbaren Mitteln bedingt und die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Wege zum Bauen gelangen, hängt von deren Bedeutung und dem jeweiligen Bedürfnisse ab. Dabei ist es zweckmäßig, von Außen nach dem Inneren des Waldes zu bauen und alljährlich stückweise vorzuschreiten.

2) Während dieser ersten Periode suche man die Waldwege von geringerer Wichtigkeit, die eigentlichen Holzabfuhrwege in ihrem seitherigen Zustande zu belassen, dabei aber die jährlich benutzten möglichst gut zu unterhalten, und nur jene als Bauobjekte in die erste Periode einzureihen, welche große, bereits in Wirthschaft stehende Districte berühren. Sind seiner Zeit die Hauptwege mit Chaussirung alle vollendet, so werden

3) in der zweiten Periode auch noch einzelne von den letzteren zur Chaussirung gezogen werden können.

4) Bei den untergeordneten Nebenwegen, welche blos zur periodischen Ausbringung der Waldproducte dienen, kann von keinem eigentlichen Wegbau die Rede sein, sondern es wird sich nur darum handeln, diese Wege in ihrem möglichst natürlichen Zustande zu belassen und wie sie eben die Reihenfolge

in der Benutzung je nach dem Wechsel der Wirthschaft trifft, auszubessern.

5) Endlich soll das Hauptnetz aller zu 1) gehörigen Waldwege, wo es nicht ohnehin mit der Waldabtheilung zusammenfällt, sogleich auf das Gelände übertragen und dadurch festgehalten werden, daß man sämmtliche, in der Ebene abgesteckte und im Gebirge zuvor nivellirte Wegrichtungen in ganz schmale einfache Pfade (Niveaupfade) legt, deren Anlage nicht kostspielig und sehr förderlich ist, und welche bis zu ihrem Ausbaue als Fußpfade benutzt werden können. Man gewinnt dadurch einen besseren Ueberblick über das ganze zukünftige Wegnetz, gewöhnt sich an dasselbe, findet sichere Anhaltspunkte zu dessen Beurtheilung, wird allenfallsige Mängel leichter entdecken und noch vor dem ausgeführten Baue, wenn nothwendig, berichtigen können.

Ist seiner Zeit das ganze Projekt einmal zur Ausführung gekommen und der wirthschaftliche Betrieb geregelt, dann wird sich für die fernere Zukunft der Waldwegbau in der Hauptsache nur noch mit der guten Unterhaltung der Waldwege zu beschäftigen haben.

§. 50.

Von den bei dem Entwurfe und der Feststellung des Waldwegnetzes leitenden Rücksichten.

I. Sämmtlichen Waldwegen soll eine dem wirthschaftlichen Betriebe und den Absatzverhältnissen entsprechende Richtung gegeben werden. Alle in Bezug auf Waldwirthschaft, Absatz und Verkehr wichtigen Orte müssen in das Projekt gezogen und es muß daran gedacht werden, außer den bereits vorhandenen Absatzrichtungen, durch etwa mögliche Heranziehung Holz consumirender oder verarbeitender Gewerbe, Fabriken, Hüttenwerke u. s. f. neue Absatzwege zu erschließen, überhaupt auch hier den in Bezug auf Verkehrsanstalten obersten Grundsatz beizubehalten, möglichst viele bewohnte Orte namentlich mit den Hauptwegen zu berühren, um dieselben an allen Vortheilen der Communication Theil nehmen zu lassen und den inneren Verkehr zu beleben. Läßt sich diese Absicht auch oft nicht direkt erreichen, so kann dieselbe in vielen Fällen durch

II. zweckmäßige Verbindung der Waldwege untereinander und mit Seitenwegen, namentlich durch passenden Anschluß

Allgemeine Regeln bei der Projectirung eines Waldwegnetzes.

ad I Jeder Weg soll die möglichst kurze Verbindung von gegebenen Punkten bewirken, vor Allem die Hauptwege. Auf ebenem Terrain ist dies die gerade Linie. Im Gebirge bedingte das Gefälle Abweichungen von der Geraden, welche indessen auf das zulässige Minimum reducirt werden müssen. Thalzüge sind vorzugsweise zu Weganlagen zu benützen, Bergrücken jedoch nur dann, wenn sie so breit sind, daß der Holztransport bergauf nicht weit geschehen muß. Der Übergang über Höhenzüge muß an die tiefsten Punkte des Bergrückens verlegt werden. Die Waldgrenzen sind womöglich mit Wegen zu versehen.
Zur Weganlage sind fester, trockener Grund und möglichst ebenes Terrain auszuwählen.

Bevor man sich zu einer Weglinie definitiv entschließt, sind alle zulässigen Varianten eingehend zu prüfen u. bezüglich ihrer Vortheile u. des Kostenpunktes gegenseitig zu vergleichen.

des Wegnetzes an die außerhalb des Waldes befindlichen Wege und sonstigen Verbringungsanstalten bewerkstelligt werden. Die Ausmündungspunkte der Hauptwege aus den Waldungen sind in der Regel durch die nach dem Walde führenden Feldwege bestimmt, welch' letztere mithin einen wesentlichen Einfluß auf die Lage des ganzen Wegnetzes üben, ja oft selbst große Hindernisse bereiten werden, weil ihretwegen zumal im Gebirge, gar oft die zweckmäßigere Wegrichtung unterbleiben muß, will man nicht Gefahr laufen, einen s. g. Sackweg zu bauen.

III. Wo immer möglich, soll zu Waldweganlagen ertragsunfähiges Gelände benutzt werden und das Wegnetz mit dem Wirthschaftsnetze, der Waldabtheilung zusammenfallen. Diese Rücksicht, gleichfalls durch das wirthschaftliche Interesse begründet, ist in ebenen Waldungen leicht erreichbar, wo in der Regel die Abtheilung die Grundlage des Wegnetzes bildet und die momentan nöthigen, periodisch benutzten Wege schnell und ohne große Kosten hergerichtet sind; auf weit mehr Schwierigkeiten wird man dagegen in gebirgigen Waldungen stoßen, wo viele Abtheilungslinien ihrer Lage oder ihres zu starken Gefälles halber, keine passende Wegrichtungen abgeben. Um Letzteres näher zu begründen, wollen wir den Hauptcharakter der Abtheilungslinien, welcher bei einem im Gebirge gut durchgeführten Wirthschaftsnetze leicht herauszufinden ist, zunächst betrachten. Es wird nämlich:

1) ein Theil derselben, der Länge nach auf den Bergrücken fortlaufend und mit der Linie der Wasserscheide zusammenfallend, die Expositionen trennen;
2) andere werden nahezu parallel mit den vorigen ziemlich wagerecht durch die Berghänge*) ziehen und letztere abtheilen;
3) wieder andere in den Thalzügen fortlaufend die Waldorte begrenzen, und endlich
4) ein Theil auf den Wendungen der Berghänge oder in Schluchten, wieder die Expositionen scheidend, oder auch in der Mitte sehr ausgedehnter Berghänge, von der Höhe der Bergrücken bis in die Thäler in gerader Richtung und mit starkem Gefälle ziehen, und meist ziemlich rechtwinkelig zu allen übrigen Abtheilungslinien stehen.

*) Wenn deren Höhe sehr bedeutend ist.

Hieraus möchte hervorgehen, daß die Benutzung der Thalzüge zu Weganlagen den Vortheil hat, daß das Holz aus beiden angrenzenden Gehängen an dieselben gebracht und bequem abgefahren werden kann, daß ferner die Linien unter 2) sorgfältig als Wege gebaut und wo möglich bis in die Thalsohle fortgeführt werden sollen, wogegen sich die Abtheilungslinien unter 4) wegen ihres zu starken Gefälles nur sehr selten, und jene unter 1) deshalb weniger zu Wegrichtungen eignen werden, weil das Material-Ausrücken immer abwärts erfolgt.

IV. Möglichste Ersparung an Fläche und Vermeidung unbegründeter Umwege. Das Wegnetz soll unbeschadet seines Zweckes aus möglichst wenigen Wegen bestehen und diese meistens die zulässig geringste Breite haben; anders wäre Verschwendung. Im Falle der Absatz nach mehreren Richtungen hin stattfindet, sollen die anzulegenden Wege auf die möglich größte Strecke als gemeinschaftlicher Hauptweg benutzt werden können und muß überhaupt darauf gesehen werden, daß alle Wege für möglichst große Flächen benutzbar sind. Die bereits bestehenden Waldwege müssen bei dem Entwurfe und der Feststellung des Netzes thunlichst berücksichtigt und in das Projekt gezogen werden, wobei übrigens allzu große Aengstlichkeit fern zu halten ist, und als durchaus unzweckmäßig befundene, nicht in das künftige Netz passende Weganlagen ausgeschlossen, aufgehoben und wieder zur productiven Waldfläche gezogen werden sollen. Ebenso darf, um etwa einzelne schöne Holzbestände zu schonen, eine als unbedingt zweckmäßig erkannte Wegrichtung niemals aufgegeben oder mit einer anderen nicht entsprechenden vertauscht werden, weil solche Rücksichten gegenüber der großen Bedeutung des zukünftigen Waldwegnetzes als kleinlich erscheinen müßten.

V. Zweckmäßige Entfernung der Waldwege von einander. Dieselbe ist von den wirthschaftlichen Verhältnissen, der Größe der Abtheilungen, der Gleichförmigkeit der Holzbestände, sowie der Oberflächenform des Geländes — den Terrainverhältnissen — insbesondere auch von der Höhe der Bergwände über der Thalsohle abhängig, und läßt sich dafür nichts Absolutes festsetzen. Sie ist in der Ebene, wo das Holz nach jeder Richtung hin verfahren werden kann, größer als im Gebirge, wo es meistens nur bergab gerückt wird. Als durchschnittlich mittlere Entfernung der parallelen Wege möchten vielleicht 200—300 Schritte anzunehmen sein.

VI. Die Terrainverhältnisse und die durch sie bedingte Lage und Richtung der Waldwege. Die Richtung der Wege gegen

Bezüglich der Ersparung an Wegfläche ist zu bemerken, daß für gleiche mittlere Transportweiten die Figur des Quadrates den geringsten Flächeninhalt und das größte Wegflächenprozent hat, während das Parallelogramm einen um so größeren Inhalt u. ein um so kleineres Wegflächenprozent aufweist, je mehr die Länge im Verhältniß zur Breite zunimmt. Dies ist bei der Bildung der Wirthschaftsfiguren (Abtheilungen) sehr zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Entfernung der Wege von einander kommen hauptsächlich nur jene IV Ordnung in Betracht, (sog. Hangwege) welche so weit von einander angelegt werden, daß das Ausrücken der Holzes aus den Schlägen an die Wege ohne erhebliche Lohnerhöhung für die Holzhauer möglich ist. Also in der Ebene in 160 m Abstand an stark geneigten Hängen 120 in steilem Terrain 100 m.

einander anlangend, wird man in der Ebene meist die vortheilhafteste Anordnung ausführen können, nämlich rechtwinkliges Kreuzen und ziemlich gleichen Abstand der Wege, wodurch die Waldfläche in Quadrate oder Rechtecke zerlegt wird. Auf diese Art wird es möglich sein, den geringsten Anspruch auf Fläche für den Wegbau zu erheben, die Wege auf die kürzeste Länge zu beschränken und demgemäß an Anlage- und Unterhaltungs-Kosten zu sparen. Im Gebirge muß man von diesem einfachsten und vortheilhaftesten Plane oft abweichen. Können die verschiedenen Wege einer Anlage verschiedene Ausgangspunkte erhalten, so können sie in möglichst gleichen Entfernungen an den Bergwänden hingeführt werden. Ist aber nur ein Ausgangspunkt vorhanden, so ist ein nach abwärts ziehender Hauptweg anzulegen, welcher die Seitenwege, wo möglich unter nicht zu spitzen Winkeln aufnimmt.

Während in der Ebene hauptsächlich die Bodenbeschaffenheit und der Feuchtigkeitsgrad des Bodens über die Weganlagen entscheidet, äußern dagegen im Gebirge die orographischen Verhältnisse der verschiedenen Gebirgsarten wesentlichen Einfluß auf den Waldwegbau, indem die Nivellements und die dadurch bedingte Anlage des Gefälles, ferner die Leitung der Krümmungen und Verbindungen der einzelnen Wege, durch die Form und Höhe der Berge, die Ausdehnung der Bergwände, Thalzüge und Schluchten, dann durch die sanften oder grellen Uebergänge der wechselnden Formen, sowohl wesentlich gefördert als erschwert werden können.

So begegnet man auf dem Basaltgebirge oft unüberwindlichen Hindernissen, welche theils in den sonderbar geformten Bergen und Vorsprüngen, theils in dem mannigfachen schroffen Wechsel der kegelartigen Erhebungen und sanften Abdachungen ihren Grund haben. Aehnlich gestalten sich im Allgemeinen diese Verhältnisse in dem gleichfalls durch seine schroffen Formen charakterisirten Porphyrgebirge, während bei den Graniten schon mehr langgezogene Massen mit breiten Rücken, allerdings wohl auch mitunter im Wechsel mit steil anstrebenden Bergformen vorkommen, und die Syenitgebirge mit ihren rundlichen Kuppen, flachen Hügeln und sanften Abhängen für die Arbeiten des Waldwegbaues ein noch günstigeres Terrain bieten. Ebenso wird der Waldwegbau auf dem in der Regel mehr wellenförmigen Urthonschiefergebirge mit seinen rundlichen Kuppen und sanft ansteigenden Höhen im Allgemeinen weniger Schwierigkeiten finden, als auf der Formation des Gneißes und Glimmerschiefers, bei welch' letzteren oft schroffe Abhänge und steile Wände mit nicht selten terrassenförmigen Abdachungen

vorkommen; und während endlich auf dem bunten Sandsteingebirge wegen der gleichmäßigen Abdachungen seiner langen graden Bergwände, für Gefäll und Krümmungen der Wege die Terrainverhältnisse sich am günstigsten gestalten, auch noch auf dem Muschelkalke mit seinen weitgedehnten ebenen Rücken und breiten Plateau's, sowie auf der Grauwackenformation mit ihren abgeplatteten Bergen und ausgedehnten, von zahlreichen Thälern durchschnittenen Hochebenen ziemlich gut durchzukommen ist, verhalten sich die Dolomitgebirge mit ihren meist schroffen, pittoresken Felsmassen und schnell ansteigenden Bergen ähnlich wie die Basalte.

Die Waldwege sollen im Allgemeinen:

1) eine solche Lage erhalten, daß sämmtliche Waldprodukte auf die möglichst bequeme Art und mit den geringsten Kosten abgefahren, und das Holz aus dem Innern der Gehaue leicht an die Wege geschafft und an ihnen aufgesetzt werden kann, und das Rücken des Materials bergauf thunlichst unnöthig gemacht werde. Man sucht deßhalb, wenn möglich, bei steilen Hängen einen Hauptweg an die untere Waldgrenze und die durch die Gehänge ziehenden parallelen, sogenannten Gürtelwege, nicht zu weit auseinander zu legen, obgleich es dann oft schwierig wird, letztere zweckmäßig mit einander oder mit dem Hauptwege zu verbinden, was nicht unter zu spitzen Winkeln geschehen darf. Ob ein oder mehre Gürtelwege parallel mit einander längs der Bergwand angelegt werden sollen, wird hauptsächlich von der Höhe der Bergwand abhängen. Es bleibt dabei zu beachten, daß die Holzhauer lieber auf doppelte Entfernung nach abwärts das Holz herausrücken, als auf einfache aufwärts. Das Legen eines Weges an die äußere Waldgrenze hat den Vortheil, daß derselbe leichter abtrocknet und das angrenzende Feld weniger durch die Beschattung des Waldes, durch Abfall von Laub, Dürrholz u. s. w. leidet, dagegen ist allerdings mit den an Eigenthums-, Servituts- und Landesgrenzen liegenden Wegen der Nachtheil verbunden, daß die Grenzzeichen leichter beschädigt werden, und diese Wege meistens nur von einer Seite her zum Holz-Ausrücken und Aufsetzen benutzt werden können.
2) Erleichtert kann die Holzabfuhr ferner werden, wenn die Verbindung der Waldwege unter einander so hergestellt ist, daß die leeren Fuhrwerke bergauf, die beladenen bergab fahren können.
3) Endlich müssen die Waldwege so angelegt werden, daß sie möglichst

Unterhaltung

wenig Beschädigungen durch Naturereignisse sowohl, als durch den Gebrauch ausgesetzt sind. Ehe wir hierauf näher eingehen, wollen wir unter Bezugnahme auf das unter III. Gesagte, zuvor den allgemeinen Hauptcharakter der Waldwege in Bezug auf ihre durch die Terrainverhältnisse bedingte Lage, sowie die sich daran knüpfenden Vor- und Nachtheile in's Auge fassen, und daraus die für die Anlage zu beobachtenden Regeln ableiten. Wir können in dieser Beziehung unterscheiden:

Wege in der Ebene und im Gebirge und von letzteren wieder Thalwege, zusammenfallend mit den Thalzügen, oder

höher liegende Wege, parallel mit den vorigen oder den Bergrücken durch die Hänge ziehend und korrespondirend mit den Abtheilungslinien zu III. 2), endlich

s. g. Steigen, welche die Thalwege mit den höherliegenden verbinden. Die Vortheile und Nachtheile dieser verschiedenen Lagen lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Die Gebirgswege sind im Allgemeinen wegen ihres Gefälles weit mehr Beschädigungen ausgesetzt, als jene in der Ebene, und zwar sowohl durch den Gebrauch, als auch durch Naturereignisse, Regen und Schneeabgang, Erd- und Felsenstürze, Abschwemmungen durch Wildwasser, Lawinen u. s. f., namentlich die Steigen, welche das größte Gefäll haben, und oft nur unter Benutzung des für die Waldwege so verderblichen Hemmschuhes befahren werden können. Allerdings haben auch die in Flußgebieten der Ebene ziehenden Wege nicht selten von Versumpfungen und Ueberschwemmungen durch Austreten benachbarter Flüsse oder Bäche zu leiden, ebenso auch die Thalwege des Gebirges, welch' letztere freilich die größten Orte, Fabriken berühren, weil diese gewöhnlich in den Thälern liegen. Dabei erfordern die Thalwege, obgleich sie nur geringes Gefäll haben, wegen ihrer tiefen Lage, namentlich jene an der Nordseite in engen Thälern, weit mehr Unterhaltungsmaterial, als die höherliegenden, parallel durch die Berghänge ziehenden Waldwege, welche dem Winde und der Sonne mehr ausgesetzt, leichter abtrocknen, von Ueberschwemmungen nicht erreicht werden, gleichfalls nur geringes Gefäll und weniger Krümmungen haben, kostspielige Kunstbauten, Brücken ꝛc. selten erfordern. Hingegen hat freilich der Transport des zu ihrer Herstellung und Unterhaltung nothwendigen Materiales mitunter aufwärts zu geschehen.

Aus dem Gesagten sind folgende Regeln abzuleiten:

a. Zur Ueberschreitung eines Bergrückens oder einer Gebirgskette mit-

telst der Steigen, sind, wenn möglich, stets die niedrigsten Punkte zu wählen.

b. Den Steigen ist möglichst geringes und gleichmäßiges Gefäll zu geben und die Krümmungen sind zweckmäßig zu wählen.

c. Zur Anlage der Hauptgebirgswege, namentlich der Steigen, ist, wenn möglich, die Sommerseite, — südliche und westliche — der Gebirgshänge, sowie in Thalzügen diejenige Seite zu Weganlagen zu benutzen, welche von den sie begrenzenden Höhen am wenigsten beschattet wird, damit die Wege nach Regengüssen und Schneeabgang leichter trocknen.

d. Die Thalwege sind über den bekannten höchsten Wasserstand zu legen, etwa an die Thalwand und bis zu einer bestimmten Höhe ansteigend, wo sie bei Ueberschwemmungen vom Wasser nicht mehr erreicht werden; niemals aber sind Wege unmittelbar an die Bäche zu legen, schon aus Rücksicht auf die Uferbauten.

e. Alle der Ueberschwemmung ausgesetzten Lagen in der Ebene sind möglichst zu umgehen oder Dammwege zu bauen, deren Krone über dem höchsten Wasserspiegel liegt. Hindernissen im Gebirge, als Schluchten, Hohlwegen, Anhöhen, deren Ersteigung nicht nothwendig ist, soll ausgewichen, und die unvermeidliche Ueberschreitung von Thälern und Gewässern soll unter Rücksicht auf Kostenersparung zweckmäßig geleitet werden.

f. Kann endlich, ohne den übrigen Rücksichten Abtrag zu thun, die Wegrichtung so geführt werden, daß das zum Baue und der Unterhaltung der Anlage nothwendige Material sich in der Nähe befindet, so wird dadurch eine nicht unwesentliche Verminderung des Kostenaufwandes erzielt werden können.

VII. Eine größere Schwierigkeit bei dem Entwurfe eines Waldwegnetzes, als aus der Bodenbeschaffenheit und Gestaltung, entspringt oft aus der parzellirten Lage der Waldungen und dem wechselnden Besitzstande, welche Verhältnisse zuweilen die Ausführung des zweckmäßigsten Projektes an dem Mangel guten Willens, an dem Mißtrauen oder Eigensinn der betheiligten Grundbesitzer scheitern machen, umsomehr, als in der Regel für den Wald- oder Feld-Wegbau die Expropriationsgesetze keine Anwendung finden können.

VIII. Der Schönheit der Wege ist Rücksicht zu gewähren. Man vermeide, namentlich in der Ebene, gar zu lange schnurgerade Strecken, welche von ermüdender Langweiligkeit sind, man lasse die Wege sich passend

der Bodengestaltung anschmiegen und suche schöne Aussichtspunkte, historische Denkmäler, Ruinen, Schlösser u. s. w. zu berühren.

§. 51.

Eintheilung.

In dem Wegnetz eines größeren Waldcomplexes werden nicht alle Wege mit gleicher Sorgfalt und mit demselben Kostenaufwande hergestellt, weil sowohl die Wichtigkeit der Anlage überhaupt, als auch insbesondere die örtlichen Verhältnisse, sowie die verwendbaren Mittel über den Grad der Vollkommenheit entscheiden, welcher den einzelnen Wegen zu geben ist.

Als Hauptadern eines solchen Netzes werden mehrere, nach den Hauptrichtungen des allgemeinen Verkehres den Wald durchziehende Straßen hervortreten, welche Glieder oder Fortsetzungen der den Wald mit entfernteren Landestheilen verbindenden Hauptstraßen (Chausseen) sind, und die Waldproducte unmittelbar den Verbrauchsorten zuführen; als Seitenverzweigungen werden Wege erscheinen, welche neben ihrer ursprünglichen Bestimmung zur Ausfuhr der Forstproducte, zugleich die Verbindung und den Verkehr benachbarter Ortschaften, wenn auch nicht immer auf die kürzeste Art, vermitteln (Ortswege, Nachbarwege, Vicinalwege), und entweder mit den Waldstraßen oder unter sich oder auch mit den eigentlichen Holzwegen (Bestandeswegen) in Communication stehen, welch' letztere die feinsten Adern des Wegnetzes in der mannigfachsten Richtung und Verbindung bilden, und deren ausschließlicher Zweck die Ausfuhr der Waldproducte, namentlich des Holzes ist und bleibt. Diese verschiedenen Weganlagen unterscheiden sich in der Regel nicht blos durch den Grad der Vollkommenheit in Bezug auf ihren Bau, sondern auch durch ihre verschiedenen Breite- und Gefällsverhältnisse; denn während bei den Waldstraßen die Breite oft 6 Meter und mehr beträgt, geht diese bei den gewöhnlichen Holzwegen bis zu drei Meter herunter, und wenn bei jenen ein Gefäll von 7—9 % bedeutend genannt werden kann, so muß bei diesen oft ein solches von 12 % und noch größer zulässig erscheinen. Die zwischen beiden stehenden, theils als Holzabfuhrwege, theils als Verbindungswege benutzten, werden in den Verhältnissen ihres Baues und ihrer Behandlung die Mitte haltend, sich zuweilen den Waldstraßen nähern, im Allgemeinen aber sich mehr den Holzwegen anschließen, weßhalb wir hier eine Ausscheidung in nur zwei Klassen als durchaus genügend erachten, nämlich in:

Waldstraßen, darunter nach den Regeln des allgemeinen Straßen-

baues ausgeführte, den Landstraßen oder Chausseen gleich oder nahekommende Wegeanlagen verstehend, und

Waldwege schlechtweg, — in welche Klasse wir alle mit geringerem Kostenaufwande auszuführenden und obigen Grad der Vollkommenheit nicht erreichenden Anlagen reihen.

Während die Waldstraßen zugleich mehr allgemeine Communicationswege sind und den Verkehr durch die Waldungen an entferntere Orte unterhalten, stellen die Waldwege entweder die Verbindung der näheren Umgebung her, oder führen als eigentliche Holzwege nach den verschiedenen Hiebsorten und Plätzen, an welchen das Material aufgesetzt ist. In Gebirgsgegenden durchziehen daher in der Regel die Waldstraßen die Hauptthäler, übersteigen auch an einzelnen Stellen die Gebirgskette zur Herstellung der Verbindung zweier Waldstraßen, während die Waldwege in die Seitenthäler münden, oder über und auf den Berghängen ziehen.

Bei dieser Art der Eintheilung werden wir die Anlage und die Unterhaltung der Waldstraßen mit Rücksicht auf die Regeln des allgemeinen Straßenbaues durchführen, und uns dann bei der Behandlung der Waldwege darauf beschränken dürfen, die für deren Herstellung praktischen Grundsätze hervorzuheben und die je nach den abweichenden Verhältnissen verschiedene Bauart derselben anzugeben, von der Ansicht ausgehend, daß Derjenige, welcher einen Waldstraßenbau richtig zu leiten und auszuführen vermag, sicherlich auch einen weniger vollkommenen Waldweg herzustellen im Stande sein wird.

Hiermit wäre eigentlich der Umfang der Waldwegbaukunde abgeschlossen und begrenzt, sofern es sich um Anlage von Waldwegen zum Transporte auf der Axe durch mit Zugvieh bespannte Fuhrwerke handelt. Weil jedoch zur Ausrückung des Holzes aus dem Innern der Gehaue an die zunächst gelegenen Waldwege oder Floßanstalten, sowie zur Ausübung des Forst- und Jagdbetriebes und Schutzes noch mancherlei derartige Transport- oder Verkehrsanstalten nothwendig sind, so wollen wir diese sämmtlich in der dritten Klasse

Uebrige Waldweganlagen

zusammenfassen und behandeln.

Erster Abschnitt.

Von den Waldstraßen.

Erstes Capitel.

Von den technischen Vorarbeiten.

§. 52.

Eintheilung.

Wir unterscheiden bei der Anlage einer Waldstraße die mehr technischen Vorarbeiten von den eigentlichen Bauarbeiten. Erstere umfassen insbesondere die topographischen Erhebungen, mathematischen Aufnahmen, Berechnungen und Zeichnungen; die letzteren beschäftigen sich mit der praktischen Ausführung des durch erstere wissenschaftlich geprüften und begründeten Entwurfes (Projektes) der Bauanlage.

Die Vorarbeiten lassen sich in folgende Abtheilungen bringen.

I. Bestimmung des Straßenzuges.
II. Festsetzung der speciellen Richtung der Straße.
III. Bestimmung der Straßenbreite.
IV. Berechnung der zu bewegenden Massen und der Transportweite.

§. 53.

I. Bestimmung des Straßenzuges.

Unter Straßenzug versteht man die Hauptrichtung der Straße während ihres Verlaufes, dargestellt durch die gebrochene Linie, welche man sich vom Anfangspunkte derselben (der Einmündung) über sämmtliche Hauptpunkte bis zum Endpunkte (der Ausmündung) gezogen denkt und Directions- oder Operationslinie nennt. Hauptpunkte aber

sind alle jene Punkte des Geländes, welche bei Anlage der Straße aus irgend einem Grunde besondere Berücksichtigung verdienen, und dieselbe entweder nach einer anderen Richtung lenken, oder Verbindungspunkte mit anderen Wegen und Verkehrsanstalten, Wendepunkte der Berghänge, Thal- oder Uebergangspunkte, oder insbesondere Hauptwechselgefällpunkte sein können.

Zu jedem Straßenentwurfe ist wohl in der Regel der Ein- und Ausmündungspunkt gegeben und zur Absteckung der Directionslinie nur nothwendig, zwischen diesen alle übrigen Hauptpunkte zu bestimmen, und durch deren gute Auswahl in genügender Anzahl den Straßenzug nach den bei Entwurf des Netzes im § 50 weitläufig besprochenen Rücksichten und Regeln zu leiten, auf welche hier Bezug genommen wird. Insbesondere erheischt die Bezeichnung der Hauptwechselgefällpunkte (§. 55) die größte Sorgfalt, weil hiervon nicht nur die zweckmäßige Leitung des Straßenzuges überhaupt abhängt, sondern auch durch deren glückliche Auswahl die Herstellung des für den Verkehr günstigsten Gefälles mit möglichst geringem Kostenaufwande wesentlich gefördert, und die Absteckung der speciellen Richtung um so mehr erleichtert wird, in je größerer Anzahl die Hauptpunkte der Operationslinie zuvor abgesteckt worden sind.

Die Bestimmung der Directionslinie ist also die erste Aufgabe des mit der Leitung eines Straßenbaues beauftragten Technikers, welcher zu diesem Zwecke die Terrainverhältnisse der ganzen Gegend genau kennen und letztere wiederholt nach allen Richtungen aufmerksam durchwandert haben muß. Stehen passende Karten im Maßstabe von $^1/_{2500}$—$^1/_{5000}$ zu Gebote, so kann die Operationslinie, wenigstens in den Hauptzügen, zuerst auf denselben entworfen, und dann unter den nöthigen Abänderungen je nach Befund der örtlichen Verhältnisse, auf das Gelände durch Bestimmung der Hauptpunkte übertragen werden, welche in größeren oder kleineren Abständen, wo immer möglich, so gelegt und durch natürliche oder künstliche Signale dauerhaft bezeichnet werden sollen, daß man immer von einem nach dem zunächstgelegenen sehen kann, wodurch die späteren Arbeiten sehr gefördert werden, obgleich dieses allerdings, namentlich in Waldungen, oft schwer erreichbar ist. Man wählt deßhalb zur Bezeichnung und leichten Erkennung der Hauptpunkte gern hohe, weithin sichtbare Bäume, Vorsprünge und sonstige natürliche Merkmale, deren Auffindung in gebirgigen Gegenden durch das Besteigen hoher Berge, Uebersehen der Thalzüge und Bergwände von den gegenüberliegenden Höhen wesentlich erleichtert wird, oder man errichtet hohe Stangen mit daran befestigten Strohbüscheln oder sonstigen Zeichen.

In Ermangelung tauglicher Karten sind die Hauptpunkte sogleich auf dem Gelände zu bestimmen, wobei es mitunter sehr zweckmäßig ist, wenigstens für sehr wichtige Strecken, sowohl über die abgesteckte Directionslinie, als deren nächste unmittelbar angrenzende Umgebung, in einer Breite von 30—60 Meter den Grundriß aufzunehmen, und einen Situationsplan im Maßstabe von $^1/_{1000}$—$^1/_{2000}$ zu zeichnen.

Ist auf solche Weise der Straßenzug, das Schwierigste und Wichtigste der Vorarbeiten, bestimmt und bezeichnet, und wie sich wohl von selbst versteht, die abgesteckte Operationslinie öfter revidirt und berichtigt worden, so kann für unsere nachfolgenden Betrachtungen nunmehr der Straßenbau als auf die Länge der zwischen je zwei zunächstgelegenen Hauptpunkten bestehenden einzelnen Richtungen zurückgeführt und dabei angenommen werden, daß die festgesetzten Hauptpunkte wo möglich alle beibehalten, und nur ausnahmsweise bei der Absteckung der speciellen Straßenrichtung verlegt werden sollen.

§. 54.

II. Von der speciellen Richtung der Straße.

Unter specieller Richtung versteht man die Abweichungen der Straße während ihres Verlaufes von der durch je zwei zunächstgelegene Hauptpunkte bestimmten Richtung des Straßenzuges, bedingt durch die ungünstige Beschaffenheit der Oberfläche des Geländes, welch' letztere in ihren Einzelnheiten erst dann hervortritt, wenn über den Straßenzug entschieden ist. Wir haben bei der Festsetzung der speciellen Richtung zunächst in's Auge zu fassen:

1) die Form der Bodenoberfläche,
2) die Kulturart derselben,

und unterscheiden in ersterer Beziehung:

Waldstraßen in der Ebene und solche im Gebirge; in letzterer Hinsicht heben wir hauptsächlich den Unterschied hervor, ob das Gelände, über welches eine Straße geführt werden soll, übersehen werden kann, z. B. wenn die Fläche Oedung, Kultur, Wiese, Feld ist, oder ob dasselbe nicht übersehbar ist, wenn mit erwachsenen, dichtgeschlossenen Holzbeständen bestockt.

Wir werden im Nachfolgenden allen diesen Verhältnissen Rechnung tragen, zuvor aber den Einfluß der Form der Bodenoberfläche in den nächsten Paragraphen über das Gefäll besprechen.

§. 55.

Das Gefäll.

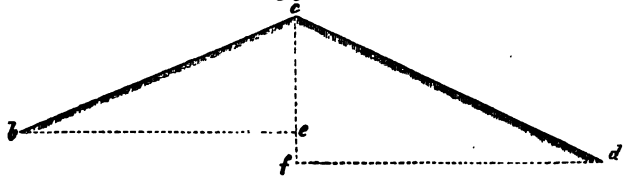
Je nachdem man sich von tieferliegenden Punkten der Straßenaxe (so nennt man die durch die Mitte der Straße der Längenrichtung nach gezogene Linie), gegen höher gelegene fortbewegt, oder in umgekehrter Richtung abwärts vorschreitet, bezeichnet man diese Abweichung der Straße von der horizontalen Lage (dem scheinbaren Horizonte) im Allgemeinen als Steigen oder Fallen, und verbindet mit diesen Begriffen obige Richtung der Bewegung. Von der Straße selbst sagt man „sie steigt" oder „sie fällt", und wählt zur Bezeichnung des Steigens bei Vormerkung des Nivellements das Zeichen +, für das Fallen —. Dabei versteht sich von selbst, daß eine Straße während ihres Zuges je nach der Oberflächenform des Geländes, über welches sie führt, entweder fortwährend steigen oder fallen, oder aber bald steigen, bald fallen, bald die horizontale Lage annehmen kann. Diejenigen Punkte, in welchen ein solcher Wechsel stattfindet (das Gefäll sich bricht), d. h. wo Steigen in Fallen und umgekehrt übergeht, oder Steigen und Fallen sich verändert, oder in die horizontale Lage ausläuft, heißen Wechselgefällpunkte, von denen man wieder die für den Straßenzug wichtigeren und mit den Hauptpunkten zusammenfallenden als Hauptwechselgefällpunkte, und insbesondere als Uebergangspunkte dann bezeichnet, wenn die Straße beim Uebersteigen einer Gebirgskette ihre größte Höhe erreicht hat.

Unter Gefäll aber versteht man das Verhältniß des Steigens oder Fallens zur horizontalen Länge, und unterscheidet

1) Absolutes oder Gesammtgefäll,
2) Relatives oder Streckengefäll.

Absolutes Gefäll nennt man den gesammten Höhenunterschied zwischen zwei zunächst gelegenen Wechselgefällpunkten. Stellt bcd (Fig. 44) den Zug der Straßenaxe im Profile dar, so ist ce das absolute Gefäll zwischen b und c, cf jenes zwischen c und d, und man erhält es, wenn man durch b und d den scheinbaren Horizont legt, und von c aus auf diesen eine lothrechte Linie zieht.

Figur 44.



Relatives Gefäll ist der auf je eine bestimmte Horizontallänge

treffende Theil des absoluten Gefälles, welches Verhältniß man auf folgende verschiedene Arten auszudrücken pflegt:

a. Entweder man gibt an, wie dies in der Regel geschieht, wie viele Höhenabweichung auf je 100 Meter der Horizontallänge trifft. Diese Art der Bezeichnung heißt: „das Gefäll nach Prozenten (%) bestimmen, oder

b. man berechnet, wie viele Höhenabweichung auf je einen Meter Horizontallänge kommt, oder

c. man bestimmt umgekehrt, auf wie viele Meter Horizontallänge ein Meter Höhenabweichung sich ergibt.

Ist das absolute Gefäll ce = 49 M., die Horizontallänge be = 1225 M. gefunden worden, so berechnet sich das relative Gefäll für den Ausdruck

ad a. aus der Division des 100fach genommenen Gesammtgefälles durch die Horizontallänge $= \frac{100.49}{1225} = 4\ \%$.

ad b. Durch Division des Gesammtgefälles mit der horizontalen Länge $= \frac{49}{1225} = 0{,}04$ M. für je einen Meter Horizontallänge,

ad c. durch die umgekehrte der vorigen Division $= \frac{1225}{49} = 25$ Meter Horizontallänge für je einen Meter Höhenabweichung,

wobei angenommen wird, daß die Straße zwischen je zwei zunächstgelegenen Wechselgefällpunkten, hier b und c, gleichmäßig abgedacht ist, die Horizontallänge nicht nach der kürzesten Entfernung zwischen letzteren, sondern über die specielle Richtung der Straßenaxe gemessen wurde, und die Ansätze in Meter gemacht sind.

Seltener wird das Gefäll durch den Neigungswinkel der Straßenaxe gegen den Horizont ausgedrückt. Gesetzt dieser sei 3°20′, so berechnet sich das relative Gefäll für einen Meter Horizontallänge aus der Tangente dieses Winkels, (= 0,05824) also auf 5,8 %.

Entsprechend dieser Bezeichnung des Gefälles entweder im unmittelbaren Höhen- oder im Gradmaße, kann man zu dessen Absteckung auf dem Gelände verschiedene Instrumente benutzen, und zwar zu ersterem Verfahren die gewöhnlichen Nivellirinstrumete mit Meßlatten, zu letzterem Zwecke Vertikalkreise.

§. 56.

Einfluß des Gefälles auf die Benutzung, die Anlage und Unterhaltung der Straße.

Je weniger eine Straße und die Wege überhaupt ihrer Längenrichtung nach von der horizontalen Lage abweichen, mit desto geringerer Kraft kann eine Last auf denselben fortbewegt werden. Auf steigender Straße treibt die der Zugkraft entgegenwirkende Schwerkraft den Wagen zurück und muß durch vermehrte Zugkraft überwunden werden, während auf fallender Straße eben diese Kraft, aber jetzt mit der Richtung der Zugkraft zusammenfallend, den Wagen abwärts treibt, und damit dieser nicht eine gefährliche Geschwindigkeit erlange und sich überstürze, muß durch Anhalten des Zugviehes oder Einlegung von Hemmschuhen zurückgehalten werden, was bei schwer beladenen Fuhrwerken schon bei $5^1/_2 - 6\ ^0/_0$ Gefäll zu geschehen hat, wenn die Thiere nicht ermüden sollen; das Hemmen ist immer, insbesondere aber für Waldwege ohne Versteinung höchst nachtheilig. Ist es unvermeidlich, so darf es nur mittelst Radschuhe geschehen, niemals mittelst sogenannter Sperrketten, weil dadurch die Wege außerordentlich stark abgenutzt werden. Beim Bergauffahren sehr steiler Wege ist das starke Einhauen der Zugthiere mit den Hufen der Fahrbahn nachtheilig.

Bei ebener Lage wird also offenbar die Abnutzung der Fuhrwerke und des Geschirres, sowie der Straße selbst eine geringere sein, dabei das Zugvieh mehr geschont bleiben, und größere Sicherheit gegen die, namentlich durch Ausgleiten der Thiere häufig veranlaßten Unglücksfälle auf abschüssigen Straßen bestehen *).

Der Bau und die Unterhaltung einer Gebirgsstraße ist in der Regel weit schwieriger und kostspieliger als die Anlage einer Straße in der Ebene, weil man im letzteren Falle auf weit weniger Hindernisse stoßen wird und diese meist leichter zu umgehen sind, als auf dem gebirgigem Gelände, woselbst oft bedeutende,

---

*) Umpfenbach glaubte, daß die Zugthiere eher ermüden, wenn sie beständig auf einer horizontalen Ebene gehen, als auf sanft geneigten Flächen, welche abwechselnd steigen und fallen, und gründet diese Annahme darauf, weil im ersteren Falle die Thiere den ganzen Tag über die nämliche Stellung beim Zuge behalten, während auf abwechselnd steigenden und fallenden Ebenen ihr Körper beim Zuge in verschiedene Stellungen kommt, und der Kraftaufwand in Zwischenräumen ein verschiedener und wechselnder ist.

große Summen erheischende Auf- und Abtragungen nothwendig werden, und weil die Gebirgsstraßen, namentlich jene mit starkem Gefälle weit mehr Beschädigungen durch den Gebrauch und durch Naturereignisse ausgesetzt sind. Während daher in ebenen Gegenden die Anlage einer Waldstraße oft rein planimetrisch durchzuführen ist, die Wege in geraden Richtungen geführt, an die Waldränder und inneren Bestandsgrenzen gelegt und leicht zu einem regelmäßigen Netze verknüpft werden können, erfordert der Straßenbau im Gebirge die umsichtigste Behandlung, insbesondere wo die Wege in den Windungen und Krümmungen der Berge verlaufen, deren Form über das Gefäll entscheidet.

Wenn aber im Allgemeinen angenommen werden darf, daß eine möglichst ebene und hohe Lage der Straße zur Erleichterung des Verkehres und der Unterhaltung die beste sein wird, so möchte in besonderen Fällen ein ganz geringes Gefäll von $^1/_2$ bis 1 % den Vortheil haben, daß das nach Regengüssen in den Geleisen sich zusammenziehende Wasser leichter Abzug findet und die Straße schneller austrocknet, obgleich für gewöhnlich die Ableitung des Wassers nach der Längenrichtung der Straße als fehlerhaft zu betrachten ist.

§. 57.

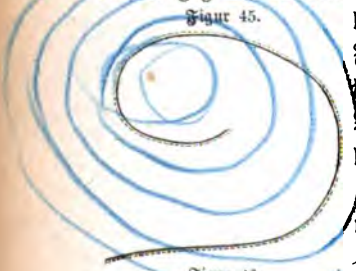
Regeln in Bezug auf die Anlage des Gefälles.

Wenn nun auch im Allgemeinen beim Straßenbau die Vermeidung des Gefälles und die Umgehung wenigstens sehr starker Gefälle als zweckmäßig erscheinen mag, selbst wenn im letzteren Falle der Umweg das Zehn- und Mehrfache der vertikalen Höhe beträgt, so wird beim Bau von Waldstraßen im Gebirge das Gefäll niemals zu verhüten sein, und die Neigung der Straße nach der Formation des Geländes sich richten, überhaupt aber bei dem Bau von Waldwegen selbst eine Ueberschreitung des gewöhnlichen Gefälles unter Umständen deshalb begründet erscheinen müssen, weil in der Regel zu deren Anlage die Mittel nicht in dem Maaße gegeben sind, wie solche für Chausseen zu Gebote stehen. Denn während bei letzteren ein Gefäll von 5 — 6 %*) als Maximum angenommen wird, muß bei Waldstraßen oft ein solches von 7 — 10 % gegeben werden, ja wenn steile Wegstrecken kurz sind und leer bergauf befahren werden, gehört selbst ein Gefäll von 10 — 15 % nicht zu den Seltenheiten und

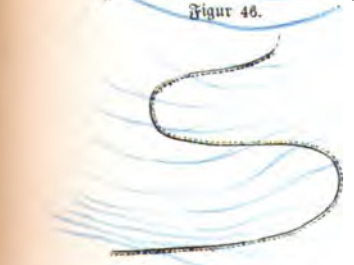
*) Nach Gordon verhält sich die auf solchem Gefälle von derselben Zugkraft fortzubewegende Last zu jener auf ebener Straße = 5,86 : 11.

ist namentlich für Ochsengespanne noch statthaft, obgleich allerdings Straßen von so bedeutender Neigung für beladene Fuhrwerke nur mit großer Beschwerlichkeit zu befahren sind, und außerdem durch Regen und Schneeabgang leicht abgespült und beschädigt werden. Man sucht deshalb die Straßen in den Thälern um die Berge herumzuführen, oder zur Verminderung des Gefälles in spiralförmigen Linien (s. g. Serpentinen Fig. 45 Grundriß) um die Berghänge herum und an denselben hinauf zu leiten, s. g. Widergänge, Rampen, Fig. 46 zu machen, welche übrigens für den Verkehr zeitraubend, und wegen ihrer oft sehr kurzen Wendungen für den Transport von Langholz sehr lästig sind.

Figur 45.



Figur 46.



Als Hauptregeln für die Anlage des Gefälles möchten folgende gelten:

a. Dasselbe so gering als möglich zu machen, d. h. so gering, als es die übrigen Verhältnisse gestatten;

b. Das Gefäll möglichst gleichmäßig herzustellen, auszugleichen, oder wo dies nicht ausführbar, zweckmäßig zu brechen;

c. Die s. g. Gegengefälle oder verlorenen Steigungen, wenn nur irgend thunlich, zu vermeiden, d. h. die Straße von einer einmal erreichten Höhe nicht wieder abwärts zu führen, um dann auf's Neue steigen zu lassen, sondern lieber selbst mit größerem Kostenaufwande aufzudämmen oder einzuschneiden, wenn dies nicht durch passende Wendungen auf dem Gelände vermieden werden kann.

So wäre es fehlerhaft, Fig. 47 eine Straße von a über b nach c und d zu führen, wenn man derselben die Richtung der gebrochenen Linie hätte geben können. Die Strecke von b nach c wäre ein Gegenfall.

Figur 47.

d. Der Uebergang vom Steigen in Fallen soll, wenn er nicht vermindert werden kann, niemals plötzlich stattfinden, sondern es soll eine horizontale oder nahezu horizontale Strecke zwischengelegt werden.

Auf diese verlegt man bei einspurigen Wegen zweckmäßig die Ausweichestellen.

e. Gegen Ortschaften oder bei der Einmündung in andere Wege soll nie ein starkes Gefäll gebraucht werden, um nicht zu Vorspann genöthigt zu werden.

f. In allen Krümmungen, an engen, gefährlichen Stellen, soll das Gefäll möglichst gering sein, so daß der Fuhrmann an jedem Punkte bequem halten kann.

g. Man erleichtert das Zugvieh, wenn man bei langandauernden Steigen das Gefäll vom Anfange an bedeutender macht und nach Oben abnehmen läßt, da die Ermüdung der Thiere zunimmt. Die vertikale Projection der Axe vom Beginne a der Steigung Fig. 47 bis zu dem Maximum des Gefälles bei e, soll eine umgekehrte Parabel sein, die mit 1 — 2 % beginnend, alle 30— 60 Meter um 1 — 2 % zunimmt, bis dieselbe das Maximum erreicht hat, welches durch mehrere Querprofile hindurch beizubehalten ist, und nach Oben um $^1/_4$ — $^1/_2$ % alle 30 Meter abnehmen soll. Muß das Maximum des Gefälles auf lange Strecken beibehalten werden, so sollen alle 300 — 400 Meter s. g. Rasten oder Ruheplätze von 20 — 30 Meter Länge horizontal angelegt werden, um den Thieren Zeit zur Erholung zu gönnen. Ebenso sollen die Rasten an allen Stellen, wo die ansteigende Waldstraße an Hauptholzlagerplätzen vorüberführt, vorhanden sein; zu kurze Rasten aber, die nicht nützen, müssen vermieden werden.

§. 58.

Von den bei Bestimmung der speciellen Richtung vorzunehmenden einzelnen Arbeiten.

Dieselben zerfallen in:

1) Die Absteckung der Längenrichtung (Axe).
2) Aufnahme des erstmaligen Nivellements.
3) Zeichnung des Längenprofiles.
4) Berechnung der vorläufig gewählten Stationspunkte.
5) Zweites und definitives Nivellement und
6) Verbindung der einzelnen Linien in vertikaler und horizontaler Projection.

Während bei der Anlage von Gebirgsstraßen alle diese einzelnen Arbeitstheile zur Ausführung kommen und um so mehr Schwierigkeiten

finden werden, je ungünstiger die Terrainverhältnisse sind, je weniger die Gegend übersehbar und je länger die anzulegende Strecke ist, werden sich dieselben bei Straßenbauten in der Ebene hauptsächlich nur auf die Absteckung der Längenrichtung und zweckmäßigen Curvenbildung zu beschränken haben.

1. Absteckung der Längenrichtung (Axe).

§. 59.

a. In der Ebene.

In Waldungen der Ebene oder auf nur wenig geneigten Flächen, sowie in weiten Thälern wird, nachdem der Straßenzug durch Bezeichnung der Hauptpunkte genügend festgelegt ist, die weitere Absteckung der speciellen Längenrichtung wenig Schwierigkeiten bieten. So lange das Gelände zwischen je zwei benachbarten Hauptpunkten übersehbar ist, werden nach den Regeln der praktischen Geometrie eine entsprechende Anzahl von Zwischenpunkten, unter Rücksichtnahme auf möglichst gerade Richtung und kürzeste Entfernung, jedoch unter Umgehung von etwa vorkommenden Hindernissen (Moräste, Felsen, Senkungen, Bäche), sowie unter Bedachtnahme auf zweckmäßige Curvenbildung eingeschaltet werden können.

Bei nicht übersehbarem Gelände ist die Einrichtung der Zwischenpunkte weniger einfach, die Feldmeßkunst lehrt aber meist, wie die Aufgabe ganz elementar gelöst werden kann.

Es ist Grundsatz, vom Großen immer aufs Kleine überzugehen, d. h. immer zuerst die Bezeichnung der wichtigeren Zwischenpunkte vorzunehmen. Sämmtliche für die Straßenaxe geltende Stationspunkte werden durch in den Boden einzuschlagende, fortlaufend numerirte Pflöcke festgehalten.

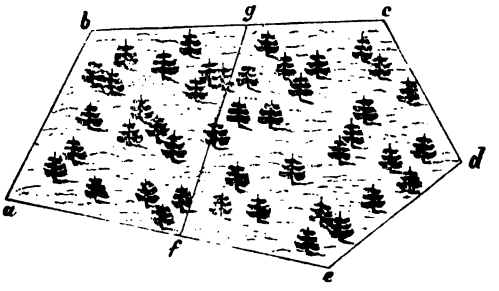
Wie bereits früher erwähnt, ist in ebenen Waldungen die Abtheilung gleichzeitig die Grundlage des ganzen Wegnetzes, und sollen alle dem Straßenzuge entsprechende Abtheilungslinien zur Anlage gezogen werden. Jedoch mag es mitunter vorkommen, daß die Straße durch geschlossene, vielleicht sehr ausgedehnte Abtheilungen geführt und abgesteckt werden soll, in welchem Falle bei diesem Geschäfte, zumal in Nadelholzwaldungen, der herrschenden-Windrichtung geeignet Rechnung zu tragen ist.

Das Bestimmen der speciellen Richtung durch solche, oft nicht übersehbare Flächen, ist etwas umständlicher und setzt vor Allem voraus,

daß die beiden Punkte auf dem Gelände oder der Karte genau bestimmt sind, in welchen die anzulegende Straße ein- und ausmündet, zwischen denen alsdann in der Regel die gerade Richtung abgesteckt wird, wenn nicht besondere Verhältnisse Anderes gebieten. Wir wollen im Nachstehenden ein Beispiel näher betrachten.

Es sei Fig. 48 a b c d e ein geschlossener Bestand, f und g die Ein- und Ausmündungspunkte der durch diesen abzusteckenden Richtung, so kann, um die Linie f g durch den Wald zu legen und etwa vorläufig eine schmale Visirlinie durchzuhauen, auf folgende Weise verfahren werden:

Figur 48.



Ist man im Besitze einer guten Karte von großem Maaßstabe, auf welche die Punkte f und g, sowie natürlich die ganze Figur a b c d e gebracht ist, so spanne man dieselbe oder auch blos eine Copie der Abtheilung auf die Meßtischplatte, stelle den Tisch nach den bekannten Regeln über dem Punkte f des Geländes auf, horizontal und nach a e orientirt fest, lege hierauf das Lineal der Kippregel an den lothrecht über f auf dem Gelände gebrachten entsprechenden Punkt f der Tischplatte, sowie an den Punkt g der letzteren scharf an und lasse, durch die Visirvorrichtung sehend, alle den Vertikalfaden deckenden Bäume wegräumen, wobei man bei genauer Arbeit im Punkte g herauskommen wird. Daß man umgekehrt ebenso gut von g gegen f hätte arbeiten können, versteht sich von selbst.

Hat man zu dem Geschäfte keine verwendbare Karte, so ist es ein Leichtes, durch Stationiren mit dem Meßtische zuerst die Figur g c d e f oder f a b g aufzunehmen, und dann wie vorhin zu verfahren.

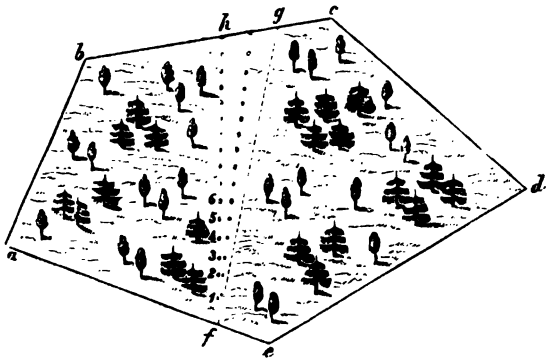
Ferner leuchtet ein, daß man ebenso gut mit einem andern Winkelinstrumente, z. B. dem Theodolithen, die Aufgabe lösen kann, wenn die Größe des Winkels, z. B. e f g oder c g f ꝛc. im Gradmaaße genau bekannt ist, d. h. auf der Karte abgenommen oder trigonometrisch berechnet wurde. Wäre z. B. Winkel e f g gegeben, so visire man nach centrischer und horizontaler Aufstellung des Theodolithen über f, und nachdem der Nullpunkt der Alhidade auf jenen des Limbus festgestellt wurde, unter Bewegung des letzteren das Signal e genau ein und stelle den Limbus fest. Dreht man hierauf den Nullpunkt der Alhidade in der entsprechenden

Richtung genau um den Winkel efg und stellt ihn auf diesen am Limbus ein und fest, so wird die Absehlinie in der Richtung fg liegen, und durch Wegräumen aller, auf dem Vertikalfaden befindlichen Hindernisse, die Linie fg durchgeführt werden können. Bequem anwendbar ist auch die Bussole.

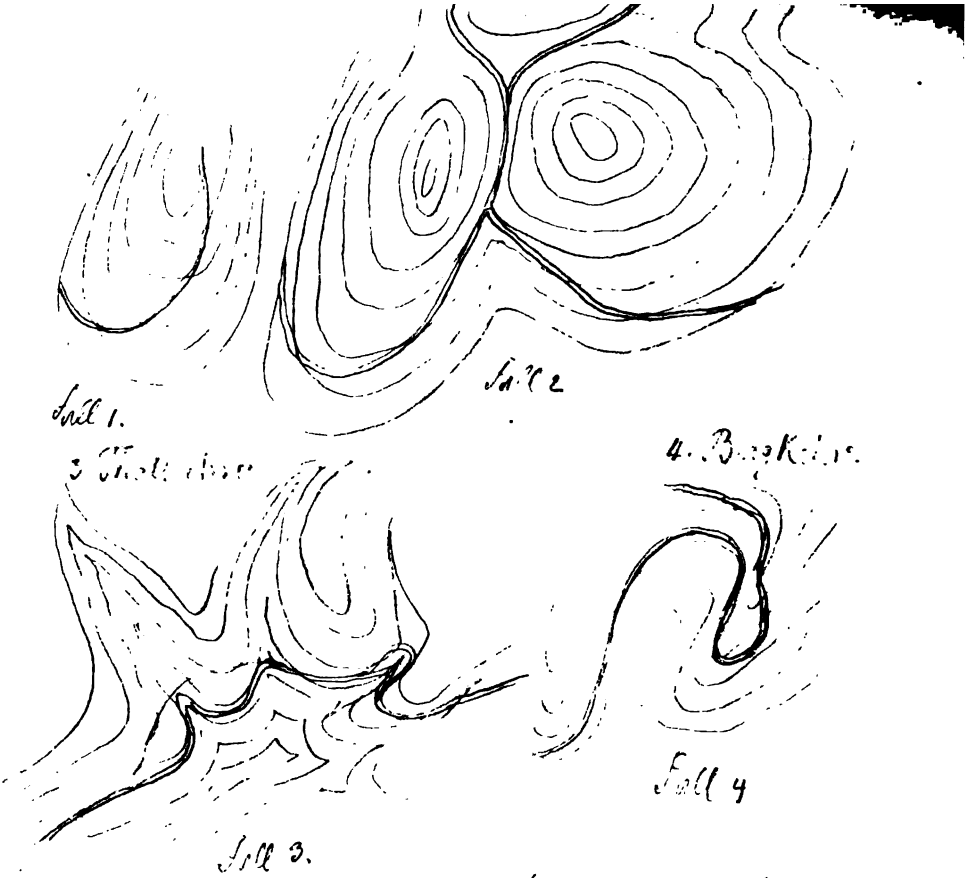
In Ermangelung geeigneter Winkelinstrumente kann man etwa auch zu folgendem, freilich weitläufigeren Verfahren seine Zuflucht nehmen und durch Rückwärtseinvisiren die Aufgabe lösen, namentlich wenn der zu durchhauende Wald schon Stangenholz ist und die Linie fg nicht zu lang wird.

Man lasse eine hinreichende Anzahl Absteckstäbe, wozu man nöthigenfalls Stangen aus benachbarten Holzhieben benutzen kann, herrichten und an dieselben leicht bemerkbare Zeichen, Tücher ꝛc. befestigen, so daß man noch die Stelle eines Stabes erkennt, auch wenn dieser hinter einer Stange aufgesteckt wäre. Im Punkte f, Fig. 49, lasse man die erste Meßfahne

Figur 49.



aufstellen, einen weiteren Stab No. 1 in entsprechender Entfernung und in der muthmaßlichen Richtung so einsetzen, daß man von ihm aus nach f sehen kann; auf die durch beide angegebene Richtung wird No. 2 rückwärts einvisirt, ebenso No. 3 auf Nr. 2 und 1, und so fort alle übrigen Absteckstäbe auf die vorausgehenden, sichtbaren eingerichtet, bis man mit dem letzten Stabe auf der Seite bc rechts oder links von g herauskommt, z. B. in h. Hierauf setzt man Nr. 1 etwas näher gegen die Richtung fg, etwa um den n ten Theil von hg, wenn n die Zahl der Stäbe von 1 an bedeutet und diese in ziemlich gleichen Entfernungen stehen, und läßt nach dieser verbesserten Richtung wieder wie vorhin, alle übrigen Stäbe durch die ganze Linie nachrücken, wobei man mit dem letzten Stabe h jetzt schon ziemlich nahe bei g ausmünden wird. Diese Verbesserung wird so oft wiederholt, bis der letzte Stab nach g zu stehen kommt. Die auf solche Weise durch den Wald abgesteckte Linie fg kann nunmehr verpflockt, oder auf sonstige Weise,


Fall 1.
Fall 2
3 Thalachse
4. Bergkehre
Fall 3.
Fall 4

etwa durch Anreißen oder Anplätten der in die Richtung fallenden Stangen, bis zum Durchhauen vorläufig festgehalten werden.

Ist endlich zwischen sämmtlichen Hauptpunkten die ganze specielle Richtung der zu bauenden Straße, von ihrem Ein- bis zum Ausmündungspunkte ausgesteckt und verpflockt, so durchwandere man die ganze Operationslinie von Anfang bis zu Ende, suche wo möglich durch Geradelegen unnöthiger Ecken und Ausspränge, Abkürzung von Umwegen, Beseitigung vielleicht noch entdeckter Hindernisse, die nöthigen Verbesserungen vorzunehmen, und damit man dabei der speciellen Richtung ungehindert folgen kann und nicht erst nach Rechts und Links, die Pflöcke suchend, von der eigentlichen Linie abkommt und den Ueberblick verliert, ist es zweckmäßig, gleich Anfangs, von Strecke zu Strecke, in leicht mit dem Auge aufzufindenden Entfernungen den Bodenüberzug auf etwa 1 Meter Länge abschürfen zu lassen, einen sogenannten Leitpfad anzulegen, um dann beim Recognosziren nur in der Richtung dieser wundgemachten Stellen fortgehen zu können.

§. 60.

b. Im Gebirge.

Im Gebirge ist die Absteckung der speciellen Richtung viel umständlicher und schwieriger, als in der Ebene, desto mehr, je ungünstiger die Bodengestaltung, je weniger übersehbar die Gegend und je länger die anzulegende Wegstrecke ist. Die hier nothwendigen Arbeiten sind:

1) Aufsuchung der Leitlinie.
2) Verpflockung der Punkte stärkster Abweichungen.
3) Nivellement dieser Punkte.
4) Anfertigung des Längenprofils.
5) Verbindung der einzelnen Weglinien in vertikaler und horizontaler Projection.
6) Berechnung der Auf- und Abträge.

Nehmen wir an, daß es sich um die Anlage eines gleichmäßigen Gefälles zwischen zwei zunächstgelegenen Hauptpunkten handele, so ist die Hauptaufgabe bei Absteckung der speciellen Richtung zwischen den letzteren, diejenigen Punkte des Geländes aufzusuchen, in welchen sich das natürliche Gefäll für die Anlage einer Straße am günstigsten gestaltet, um unter Vermeidung kostspieliger Auf- und Abtragungen möglichst sparsam zu bauen. Um aber diese Punkte auffinden zu können, muß zuvor sowohl das absolute Gefäll zwischen beiden Hauptpunkten,

als auch die der Strecke zu gebende Länge bekannt sein, beziehungsweise gesucht werden. Zu ersterem Resultate gelangt man durch Nivelliren, und um sich vorerst die Anhaltspunkte für die Straßenlänge zu schaffen, wird man eine provisorische Absteckung der speciellen Richtung (Axe) nach dem Augenmaaße vornehmen, als Project der Berechnung zu Grunde legen, und deren Länge über sämmtliche Stationspunkte, natürlich in horizontaler Richtung abmessen, welches Geschäft oft recht gut mit dem Nivellement zu verbinden ist. Aus der Vergleichung des absoluten Gefälles und der projectirten gemessenen Länge berechnet sich das durchschnittliche Gefäll in Procenten zwischen den beiden Hauptpunkten, welches über die Beibehaltung oder Veränderung der vorläufig projectirten Länge entscheidet. Ist nämlich das durchschnittliche Gefäll ein normales, so wird man keinen Grund haben, die letztere zu verändern, überschreitet dagegen jenes das Maximum, so wird man genöthigt sein, durch Vergrößerung der Länge das durchschnittliche Gefäll niedriger zu bringen, die specielle Richtung unter Tieferlegung der Stationspunkte neu abzustecken, und diese Arbeit und Berechnung so lange zu wiederholen, bis man ein befriedigendes Resultat in Bezug auf das relative Gefäll erzielt haben wird. Je glücklicher also in letzterer Beziehung die erstmaligen Stationspunkte gewählt worden waren, desto näher wird die vorläufig abgesteckte Längenrichtung der endgültig zu wählenden kommen und umgekehrt. Man kann sich durch Uebung wohl eine ziemliche Sicherheit in Schätzung der Gefälle erwerben; da es jedoch selbst dem Geübtesten selten, oder nie gelingen dürfte, die Wahl jener Stationspunkte gleich so zu treffen, daß das relative Gefäll in ihnen mit dem absoluten und mit der Länge correspondirt, und dieselben also ohne Verrückung beibehalten werden könnten, so wollen wir eine Anleitung zur möglichst besten Wahl der vorläufigen Stationspunkte und Absteckung der speciellen Längenrichtung geben.

Erste Aufgabe wird es sein, zwischen beiden Hauptpunkten noch einige Zwischenstationen zu bestimmen, welche für die Längenrichtung geeignet sein möchten, wozu man hervorragende Bäume, isolirt stehende Hecken u. s. f. unter Rücksichtnahme auf gleichmäßiges Gefäll und möglichst kurze Entfernungen, zweckmäßigen Grundriß und gefällige Richtung benutzen kann. Ist solcher Weise eine genügende Anzahl von Zwischenpunkten in zweckmäßigen Entfernungen ausgewählt und bezeichnet, so erfolgt hierauf die Absteckung der speciellen Richtung zwischen denselben durch Bestimmung weiterer Stationspunkte, immer unter Anhalt an obige Hauptrücksichten, und hier mit besonderer Bedachtnahme auf nicht zu sehr ungleiche Entfernungen. In der Regel bezeichnet man, ehe

das Nivellement beginnt, diese sämmtlichen Stationspunkte, wobei es Erleichterung gewährt, wenn deren horizontale Abstände gleich groß genommen werden können, was übrigens von den Bodenverhältnissen abhängt.

Es versteht sich von selbst, daß sowohl vor, als nach der Absteckung dieser vorläufigen speciellen Richtung das Gelände genau durchwandert, sorgfältig geprüft und alle Verhältnisse umsichtig gewürdigt werden müssen. Ist die Gegend übersehbar, so wird man sich bei allen diesen Arbeiten leicht helfen können; wenn sie nicht übersehbar ist, so müssen, je nach Beschaffenheit der Hindernisse, Mittel zur Bestimmung der Stationspunkte geschaffen werden. Das Aufsuchen der Hauptzwischenpunkte wird durch Besehen von der gegenüberliegenden Bergwand, Besteigen hoher Bäume u. s. f. erleichtert werden; beim Abstecken der speciellen Richtung zwischen diesen werden ältere, meist lichter stehende Bestände, ebenso ganz junge Schläge und Culturen weniger Hindernisse bieten, als dicht geschlossene Gertenhölzer und dem Auge entwachsene Verjüngungen. (In Laubholzwaldungen wartet man zweckmäßig die Jahreszeit ab, während welcher die Belaubung fehlt). Soll durch einen solchen Bestand eine Wegrichtung abgesteckt werden, so wird man sehr häufig durch Besteigenlassen einzelner hoher Bäume, die sich doch fast an allen diesen Orten vorfinden und von denen aus eine Uebersehung womöglich der ganzen Abtheilung geboten ist, diese Arbeit fördern können, indem man von dort aus Signalstangen mit daran befestigten Strohbüscheln, oder Fahnen auf verabredete Zeichen oder Rufe in die specielle Richtung bringen läßt, was namentlich dann gut ausführbar ist, wenn man die Punkte, wo die Richtung in und aus dem geschlossenen Bestande mündet, von dem erhöhten Beobachtungsorte aus durch deutlich sichtbare Signale erkennen kann. Endlich wird selbst das Auseinanderhalten oder Wegräumen im Wege stehenden Gebüsches das Auffinden der Stationspunkte erleichtern *).

Von großem Vortheile ist der Besitz guter Karten mit genau eingezeichnetem Bergschichtenplane. Durch solche ist ein gründliches Zurechtfinden in den Bodengestaltungsverhältnissen sehr erleichtert, Nivellements und Längenmessungen können abgekürzt, für die ersten Vorarbeiten selbst ganz erspart werden. Man wird die Längenrichtung in diese Karten entwerfen und

*) Die Absteckung mittelst Feuersignalen (Raketen), die mitunter beim Straßenbaue vorkommt, ist zeitraubend, kann nur bei reiner Luft in windstillen Nächten mit Erfolg vorgenommen werden, und ist, als in Waldungen überhaupt gefährlich, nicht zu empfehlen.

dann durch die Meßkunst in die Natur übertragen. Ist das abzusteckende Gefäll ein vorher — im Gradmaße der Neigung oder in % — bestimmtes, so kann man unter Benutzung der dazu geeigneten Instrumente, die angegebene Gefällrichtung auf dem Gelände aufsuchen und auslichten lassen. Uebrigens ist das letztere Verfahren nur dann zu empfehlen, wenn es auf die genaue Einhaltung des Ausmündungspunktes weniger ankommt. Durch das eine oder andere der aufgezählten Hilfsmittel wird man sich immer mehr Stationspunkte für die Längenrichtung schaffen können, dabei aber stets an dem bereits früher aufgestellten Grundsatze des Uebergangs vom Allgemeinen zum Besonderen festzuhalten haben.

Alle vorläufig gewählten Stationspunkte der speciellen Längenrichtung sind durch fortlaufend numerirte Grundpflöcke dauerhaft zu bezeichnen, welche so tief in den Boden geschlagen werden, daß deren horizontal abgeschnittene Kopfflächen mit der Oberfläche des Geländes in gleicher Höhe liegen, damit man später auf diese die Nivellirlatten aufstellen kann, sowie die Entfernungen dieser Punkte je nach der Beschaffenheit des Terrains möglichst so zu wählen sind, daß man in einer Aufstellung zwischen je zwei benachbarten nivelliren kann. An der Vorderseite jedes Pflockes — wenn man vom Anfangspunkte sich gegen den Endpunkt bewegt —, muß durch Wegräumen der Erde die Nummer desselben gesehen werden, und um das Auffinden der Pflöcke beim nachfolgenden Nivelliren zu erleichtern, kann man neben dieselben Aeste stecken, Zweige umknicken, kleine Gräbchen ziehen, oder Bäume anplätten und sonstige Merkmale anbringen. Zweckmäßig ist auch Beipfähle mit der Nummer schief in den Boden gesteckt (wie Pflanzenetiketten) nahe an die Pflöcke zu setzen.

Bei kurzen, leicht übersehbaren Strecken kann, wie bereits bemerkt, das Nivellement und die Messung der Stationslängen mit einander, und selbst gleichzeitig mit der Absteckung der Längenrichtung in Verbindung gebracht und dadurch natürlich die Arbeit sehr gefördert werden, in der Regel jedoch erfolgt erst nach projectirter Absteckung der speciellen Richtung das erstmalige Nivellement.

§. 61.

2. Aufnahme des erstmaligen Nivellements.

Die für Nivellirung von Waldstraßen genauesten Instrumente sind wohl das Libelleninstrument mit Fernrohr und die Canalwage; für Absteckung mit vorher bestimmtem Gefälle auch jenes von Bose, der Gefällstock ꝛc., über welche das zu wissen Nothwendige in dem Theile

über „das Nivelliren" vorgetragen wurde, woselbst gleichfalls die Art und Weise des Nivellirens behandelt und die Tabelle zum Eintragen der Ergebnisse erläutert worden ist.

Sind die Entfernungen zwischen zwei benachbarten Stationspunkten groß und das Gefäll bedeutend, so ist es oft nicht möglich, durch eine einmalige Instrumentenaufstellung sogleich den Höhenunterschied derselben zu ermitteln; in diesem Falle macht man dann mehrere Aufstellungen, bezeichnet diese Zwischenstationen mit Buchstaben, z. B. 3a, 3b ꝛc., und ihnen entsprechend die sie bezeichnenden Pflöcke, und trägt diese sämmtlichen Zwischenstationen der Reihenfolge nach in die Tabelle ein. Daß man sich der Methode des Nivellirens aus der Mitte der Station bediene, bedarf kaum der Erwähnung. Man wird nicht versäumen, gelegentlich des Nivellements vorläufige Bemerkungen aufzuzeichnen über besonders schwierige Verhältnisse einzelner Wegstrecken, z. B. Nothwendigkeit von Felsensprengung, Anlage von Durchlässen, Brücken u. s. w.

Wir nehmen an, das erstmalige Nivellement der zwischen den Hauptpunkten A und B Fig. 50 abgesteckten Längenrichtung habe folgende Resultate geliefert, wobei zur übersichtlicheren bildlichen Darstellung die Höhenabweichungen oft bedeutende Unterschiede zeigen:

Stationspunkt		Lattenhöhe		Speciell		Total		Horizontale Länge		Bemerkungen.
		hintere (Rückblick)	vordere (Vorblick)	Steigung +	Fall —	Steigung +	Fall —	specielle	totale	
von	bis	Meter.								
		a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	
1	2	1,72	2,53	—	0,81	—	0,81	46,0	46,0	
2	3	4,39	1,22	3,17	—	2,36	—	80,5	126,5	
3	4	4,51	0,09	4,42	—	6,78	—	58,4	184,9	Der bei Nr. 3 stehende Grenzstein liegt 0,75 Meter höher als Stationspunkt Nr. 3.
4	5	2,58	2,65	—	0,07	6,71	—	89,0	273,9	
5	6	3,20	1,58	1,62	—	8,33	—	62,1	336,0	
6	7	2,91	1,05	1,86	—	10,19	—	50,5	386,5	
7	8	4,21	0,12	4,09	—	14,28	—	72,0	458,5	
8	9	4,39	0,72	3,67	—	17,95	—	56,1	514,6	
9	10	2,19	1,88	0,31	—	18,26	—	67,4	582,0	
		30,10	11,84	19,14	0,88	—	—	582,0	—	

Aus umstehender Tabelle ist ersichtlich:

1) Daß die Summe der Rubrik a weniger jener der b gleich ist der Summe von c weniger d, gleich dem letzten Posten in e.
2) Daß die Summe der Rubrik g gleich ist dem letzten Posten der Rubrik h, wodurch die Berechnung controlirt werden kann.

In der Rubrik „Bemerkungen" können die bei einzelnen Stationspunkten vorkommenden Winkel ihrer Größe und Lage nach, oder Notizen über die Natur des Bodens, Schwierigkeiten der Ausführung, Namen der angrenzenden Eigenthümer u. s. f. angegeben werden. Ebenso ist es sehr zweckmäßig, womöglich alle um die nivellirte Linie liegenden festen Punkte, z. B. Grenzsteine gleichfalls abzuwägen und ihre Höhenlage zu einem benachbarten Stationspunkte anzugeben, weil diese Punkte wesentlich zur Controle des ersten Nivellements dienen.

Die Resultate vorstehender Berechnung ergeben:

I. als absolutes Gefäll zwischen den beiden Hauptpunkten A und B = + 18,26 M.;
II. als die projectirte Länge zwischen denselben = 582 M.;
III. hieraus berechnet sich, wenn zwischen A und B gleichmäßiges Gefäll hergestellt werden soll, das durchschnittliche relative Gefäll in $^0/_0$ aus:

$$582 : 18{,}26 = 100 : x$$
$$x = 3{,}14\ ^0/_0,$$

welches als ein geringes ohne Bedenken beibehalten werden kann.

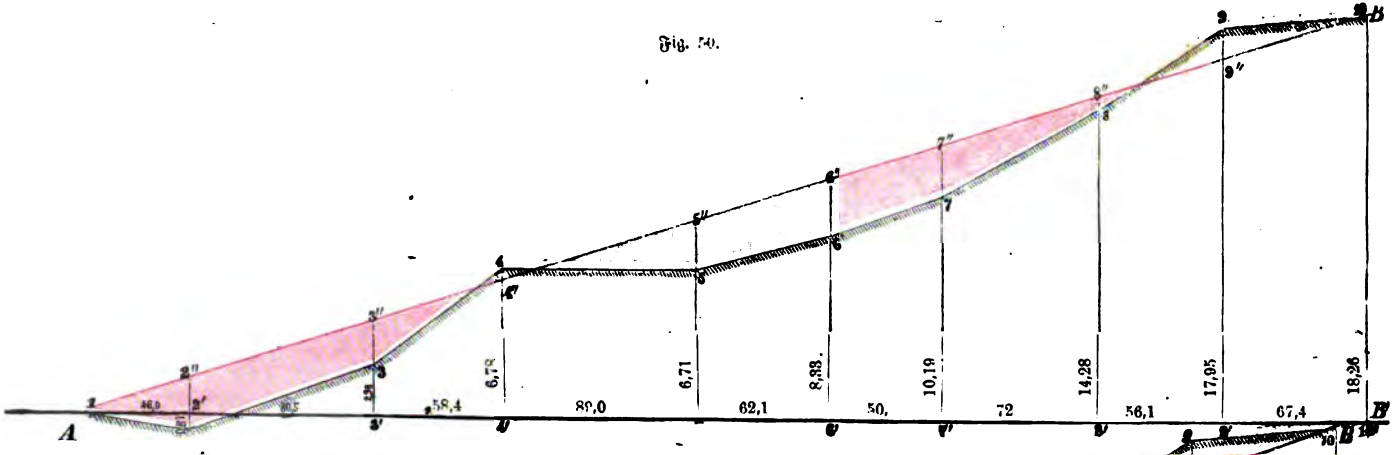
§. 62.

3. Zeichnung des Längenprofiles.

Eine bildliche Darstellung eines Nivellements gibt das Fig. 50 gezeichnete Längenprofil, welches auf folgende Weise hergestellt wird:

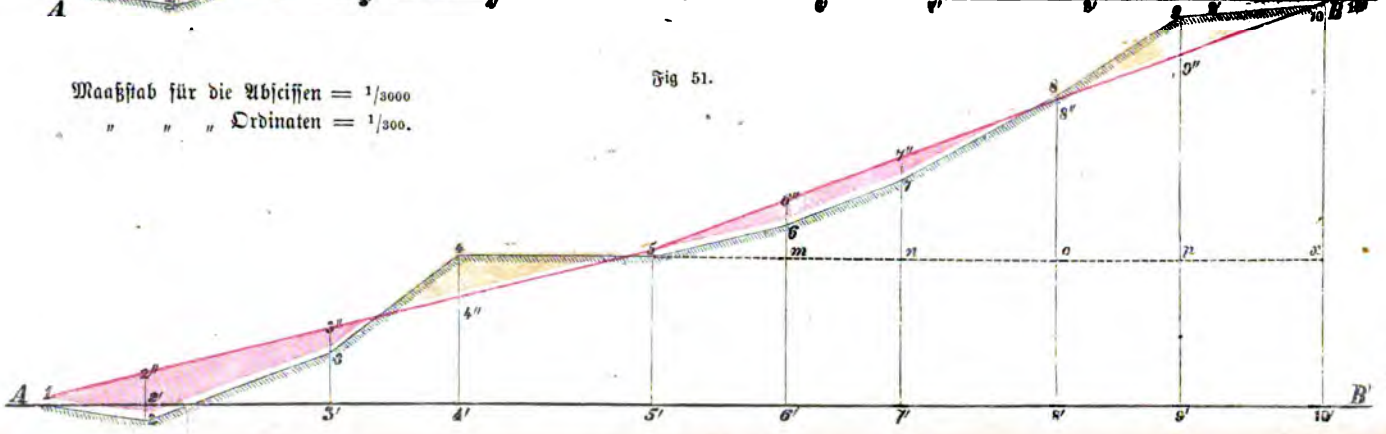
Man zieht eine Gerade AB' und betrachtet diese als den durch den Anfangspunkt, Station 1 gelegten scheinbaren Horizont. Alle Punkte, welche höher liegen, als der Anfangspunkt, fallen über, alle tiefer liegenden Punkte unter die Linie AB'. Auf letzterer wählt man den Anfangspunkt 1 und trägt von ihm aus die sämmtlichen in Rubrik h enthaltenen totalen Längen nach einem passenden Maaßstabe, etwa $^1/_{2500}$, als Abscissen auf, wodurch man die Projectionen sämmtlicher Stationspunkte auf den scheinbaren Horizont, nämlich die Punkte 2', 3', 4' . . . 10' erhält. Vom Punkte 2' angefangen, errichtet man in allen diesen

Fig. 50.



Maaßstab für die Abscissen = 1/3000
" " " Ordinaten = 1/300.

Fig 51.



Punkten Normale, und trägt auf diese als Ordinaten alle zu den betreffenden Punkten gehörigen, in Rubrik e und f eingetragenen ganzen Höhenunterschiede so auf, daß mit Rücksicht auf die Lage der Horizontalen A B' Gesammtsteigung als positiv, +, Gesammtfall als negativ, — (z. B. im Punkte 2') erscheint, und erhält dadurch die Punkte 2, 3, 4 . . . . 10, durch deren folgerechte Verbindung von 1 aus die Linie des Geländes nach der abgesteckten Längenrichtung sich ergibt. Zieht man von 1 nach 10 eine Gerade, so wird diese die Linie des gleichmäßigen Gefälles genannt werden können, und die von ihr abgeschnittenen Ordinatentheile, oder die bis zu ihr verlängerten Ordinaten lassen beurtheilen, wo und um wie viel die erstmalig gewählten Stationspunkte höher oder tiefer gelegt werden müssen, um in die Linie des gleichmäßigen Gefälles zu kommen.

Bei der Zeichnung des Längenprofiles sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

1) Man wendet zum Auftragen der Höhen (Ordinaten) einen wenigstens zehnmal so großen Maaßstab (etwa $^1/_{250}$) an, als bei den Abscissen. Obgleich dadurch das Bild ein verzerrtes wird, so ist diese Rücksicht nothwendig, um Deutlichkeit der Darstellung zu erzielen.
2) Man trägt jedesmal die ganzen Höhen vom Horizonte an, ebenso vom Punkte 1 an auf letzteren womöglich immer die ganzen Längen auf. Denn hat man einmal geirrt, so werden alle nachfolgenden Auftragungen unrichtig, wenn man die speciellen Längen aufträgt, hingegen werden die nachfolgenden deßhalb noch nicht unrichtig, wenn man die totalen Längen zeichnet. Ein vorgefallener Fehler bleibt daher vereinzelt und kann außerdem leichter entdeckt und aufgefunden werden.
3) Man betrachtet zwischen je zwei zunächst gelegenen Stationspunkten die Oberfläche des Geländes als gleichmäßig abgedacht.
4) Man denkt sich immer durch je zwei benachbarte Stationspunkte, z. B. durch 1 und 2, dann wieder durch 2 und 3, 3 und 4 u. s. f. Vertikalebenen gelegt, welche die durch den Anfangspunkt 1 gehende Ebene des scheinbaren Horizontes in den Abscissen schneiden; diese Ebenen werden da, wo im Grundrisse der abgesteckten Längenrichtung in einzelnen Stationspunkten Winkel vorkommen, Flächenwinkel mit einander bilden. Diese sämmtlichen, nicht zusammenfallenden einzelnen Vertikalebenen betrachtet man als in eine einzige ausgezogen und zusammenfallend, wodurch die Flächenwinkel für

die Darstellung des Längenprofiles verschwinden, und alle Abscissen auf die Linie AB' zu liegen kommen.

5) In vielen Fällen, namentlich bei größeren technischen Unternehmungen, wird die Haupthorizontale AB' um eine bestimmte Größe z. B. 100 Meter über den höchsten, oder unter den tiefsten Stationspunkt gelegt, oder auch durch den höchsten, oder den tiefsten Punkt des Nivellements angenommen*), wodurch sämmtliche Ordinaten und somit die ganze Profilcontur auf dieselbe Seite von AB' zu liegen kommen, wodurch beim Einschreiben der Maaße in die Zeichnung eine bessere Uebersichtlichkeit erzielt wird, was jedoch zu unseren Zwecken nicht nothwendig erscheint, sondern nur eine reinere Darstellung des Bildes bezweckt.

Zeichnet man auf ein Blatt Papier Parallellinien im Abstande von je 1 Meter nach dem Maaßstabe für die Höhe und rechtwinkelig dazu auch noch Gerade im Abstande von je 10 oder 20 Meter im Maaßstabe für die Horizontallängen, so kann man dieses Netz zur Anfertigung einer Profilskizze schon gelegentlich der Ausführung des Nivellements benutzen, was sehr nützlich ist.

Aus der Zeichnung des Längenprofiles für die abgesteckte und nivellirte Längenrichtung ist ersichtlich:

a. Der Zug der abgesteckten Axe auf dem Gelände durch die gebrochene Linie 1, 2, 3 . . . . 10, Terrainlinie oder Linie des gewachsenen Bodens genannt;
b. die Richtung des allgemeinen Horizontes AB';
c. die Ordinate 10 — 10' als die Linie des absoluten Gefälles, und
d. die Linie 1 — 10 des gleichmäßigen Gefälles.

Um diese Linien beim ersten Blicke deutlicher unterscheiden zu können und überhaupt die Uebersicht des ganzen Bildes zu erleichtern, wird man am besten bei der Zeichnung verschiedene Farben oder Charaktere wählen, z. B. für die Linie des gleichmäßigen Gefälles roth (Zinnober), für den scheinbaren Horizont blau, und wird die Linie des gewachsenen Bodens schwarz schraffiren. Ebenso ist es zweckmäßig, die Flächen des Abtrages blaßgelb (gummigutt), jene des Auftrages blaßroth (Carmin) anzulegen, sowie die betreffenden Maaßzahlen für die Abscissen und Ordinaten

*) Die Höhe der Haupthorizontalen wird oft auch durch einen bekannten Fixpunkt, z. B. den mittleren Wasserstand eines benachbarten Flusses an einer bestimmten Stelle angenommen.

gehörigen Ortes in die Zeichnung einzuschreiben, wie in Figur 50 geschehen ist.

§. 63.

4. Berechnung der vorläufig gewählten Stationspunkte.

Ein Blick auf die Zeichnung unseres Längenprofiles läßt uns erkennen, daß die Stationspunkte 2, 3, 5, 6, 7, 8 unter, dagegen 4 und 9 über der Linie des gleichmäßigen Gefälles liegen, die ersteren also zu tief, die letzteren zu hoch angenommen worden waren, und wir erlangen hierdurch eine Anschauung über die Größe der bei Absteckung der Längenrichtung begangenen Fehler in Bezug auf das beabsichtigte gleichmäßige Gefäll. Hieran wird sich als nächste Aufgabe die genaue Bestimmung dieser Differenzen schließen müssen, welche durch die Stücke 22", 33", 44", 55" . . . 99" ausgedrückt sind.

Zur Ermittelung dieser Größen kann man einen doppelten Weg einschlagen, nämlich

1) das s. g. graphische Verfahren und
2) die Berechnung.

Das erstere besteht darin, daß man die Differenzstücke 22" 33" . . . . 99" nach demselben Maaßstabe genau abgreift, welcher bei Auftragung der Ordinaten zu Grunde gelegt worden war, wobei man deren Größen um so sicherer bestimmen wird, je sorgfältiger bei Zeichnung des Längenprofiles zu Werke gegangen wurde.

Am zuverlässigsten erhält man aber obige Stücke durch Berechnung auf folgende Weise:

Die Fig. 50 zeigt, daß alle die rechtwinkeligen Dreiecke 1'2", 1'3", 1'4" . . . . 1'9" dem großen, rechtwinkeligen Dreiecke 1 10' 10 ähnlich sind. Hieraus folgt die Proportionalität ihrer Seiten und es verhält sich:

$$1\ 10' : 10'\ 10 = 12' : 2'2''$$
$$\text{„} : \text{„} = 13' : 3'3''$$
$$\text{„} : \text{„} = 14' : 4'4'' \text{ u. s. f.}$$
$$\text{„} : \text{„} = 19' : 9'9''$$

und setzt man für die bekannten Glieder ihre Werthe ein:

$$582 : 18{,}26 = 46{,}0 : 2'2'' \text{ also ist } 2'2'' = \frac{18{,}26}{582} \cdot 46{,}0$$
$$\text{„} : \text{„} = 126{,}5 : 3'3'' \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 3'3'' = \text{„} \cdot 126{,}5$$
$$\text{„} : \text{„} = 184{,}9 : 4'4'' \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 4'4'' = \text{„} \cdot 184{,}9$$
$$\text{„} : \text{„} = 514{,}6 : 9'9'' \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 9'9'' = \text{„} \cdot 582{,}0$$

woraus ersichtlich, daß $\frac{18{,}26}{582} = 0{,}0314$ der Decimalbruch für das relative Gefäll ein constanter Factor ist, welcher mit jeder ganzen Entfernung von 1 aus multiplizirt, die bis zur Gefälllinie reichenden Ordinaten 2'2", 3'3", 4'4" . . . . 9'9" liefert.

Für unser Beispiel berechnet sich also:

das Stück 2'2" = 0,0314 . 46,0 = 1,445 Meter
„ „ 3'3" = „ . 126,5 = 3,970 „
„ „ 4'4" = „ . 184,9 = 5,805 „
„ „ 5'5" = „ . 273,9 = 8,600 „
„ „ 6'6" = „ . 336,0 = 10,550 „
„ „ 7'7" = „ . 386,5 = 12,135 „
„ „ 8'8" = „ . 458,5 = 14,400 „
„ „ 9'9" = „ . 514,6 = 16,160 „

Diese soeben berechneten Stücke geben im Zusammenhalte mit totaler Steigung oder totalem Falle zu erkennen, wie viel zur erzweckten Ausgleichung des Gefälles die erstmalig gewählten Stationspunkte zu hoch oder zu tief liegen, denn es ist:

für Punkt 2:
das Stück 2'2" = 1,445 M.
hierzu 22' = 0,810 M.
gibt 22" = 2,255 M., um welchen Betrag Punkt 2 zu tief liegt;

für Punkt 3:
das Stück 3'3" = 3,970 M.
hiervon ab 3'3" = 2,360 M.
bleibt 33" = 1,630 M. „ „ „ „ 3 „ „ „

für Punkt 4:
das Stück 44' = 6,780 M.
hiervon ab 4'4" = 5,805 M.
bleibt 44" = 0,975 M. „ „ „ „ 4 zu hoch „

für Punkt 5:
das Stück 5'5" = 8,600 M.
hiervon ab 55' = 6,710 M.
bleibt 55" = 1,890 M. „ „ „ „ 5 zu tief „

für Punkt 6:
das Stück 6'6" = 10,550 M.
hiervon ab 66' = 8,330 M.
bleibt 66" = 2,220 M. „ „ „ „ 6 „ „ „

für Punkt 7:
das Stück 7'7" = 12,135 M.
hiervon ab 77' = 10,190 M.
bleibt 77" = 1,945 M., um welchen Betrag Punkt 7 zu tief liegt;
für Punkt 8:
das Stück 8'8" = 14,400 M.
hiervon ab 88' = 14,280 M.
bleibt 88" = 0,120 M. „ „ „ „ 8 „ „ „
für Punkt 9:
das Stück 99' = 17,950 M.
hiervon ab 9'9" = 16,160 M.
bleibt 99" = 1,790 M. „ „ „ „ 9 zu hoch „

Nach diesen Resultaten waren also die Punkte 4 und 8 am richtigsten, dagegen 2 und 6 am fehlerhaftesten gewählt worden. Hierbei braucht kaum bemerkt zu werden, daß für die Punkte 1 und 10 sich keine Rechnung ergibt, weil diese als fixirte Hauptpunkte unverändert beibehalten werden. Nachdem nun die bei Absteckung der Längenrichtung begangenen Fehler ermittelt worden sind, handelt es sich darum, dieselben zu verbessern, was auf zweifache Weise geschehen kann, nämlich:

a. Entweder durch Auf- und Abtrag der berechneten Höhendifferenzen in den einzelnen Stationspunkten, und Herstellung gleichmäßig abgedachter Flächen zwischen letzteren, unter Beibehaltung der abgesteckten Richtung und Länge, oder:

b. Durch Verlegung der Stationspunkte um die berechneten Beträge, mit Veränderung der speciellen Richtung.

Wo immer möglich wird man kostspielige Auf- und Abgrabungen durch Anwendung des letzteren Verfahrens zu vermeiden suchen, und für unser Beispiel mag eine Verlegung der erstmalig gewählten Stationspunkte um so zweckmäßiger erscheinen, als hier offenbar der Abtrag lange nicht zur Herstellung des Auftrages ausreichen würde. Wenn deßhalb nicht triftige Gründe für Beibehaltung der abgesteckten Richtung sprechen, so ist eine Verlegung der Stationspunkte aus ökonomischen Rücksichten anzurathen oder man würde sich im vorliegenden Fall vielleicht auch dadurch helfen können, daß man das Gefäll zwischen den Punkten A und B, oder den Stationspunkten 1 und 10 im Punkte 5 bricht, und einmal zwischen 1 und 5, und dann wieder zwischen 5 und 10 gleichmäßiges Gefäll herstellt, wie Fig. 51 zeigt, wobei man dann die abgesteckte Rich-

tung eher beibehalten könnte, weil in diesem Falle Abtrag und Auftrag sich ziemlich ausgleichen.

Man hätte alsdann zwei Linien des gleichmäßigen Gefälles, nämlich:

die erste von 1 bis 5,
die zweite „ 5 „ 10 und erhielte folgende zwei Rechnungen:

Erste Rechnung.

Ausgleichung des Gefälles zwischen 1 und 5.

Die rechtwinkeligen Dreiecke 12'2", 13'3", 14'4" sind dem Dreiecke 15'5 ähnlich, deßhalb verhält sich:

15' : 55' = 12' : 2'2"
„ : „ = 13' : 3'3"
„ : „ = 14' : 4'4" und setzt man für die bekannten Glieder ihre Werthe ein:

$273{,}9 : 6{,}710 = 46{,}0 : 2'2"$; also ist $2'2" = \frac{6{,}710}{273{,}9} \cdot 46{,}0$

„ : „ = 126,5 : 3'3"; „ „ 3'3" = „ . 126,5
„ : „ = 184,9 : 4'4"; „ „ 4'4" = „ . 184,9, sonach also

$\frac{6{,}710}{273{,}9} = 0{,}0245$ der Decimalbruch für das relative Gefäll zwischen den Stationspunkten 1 und 5, oder 2,45 % ist. Es wird also:

2'2" = 0,0245 . 46,0 = 1,127 Meter
3'3" = „ . 126,5 = 3,100 „
4'4" = „ . 184,9 = 4,530 „ und es berechnet sich:

für Punkt 2:
2'2" = 1,127 M.
hierzu 22' = 0,810 „
gibt 22" = 1,937 „ um welchen Betrag Punkt 2 höher kommen muß;

für Punkt 3:
3'3" = 3,100 M.
hiervon 33' = 2,360 „
bleibt 33" = 0,740 „ „ „ „ „ 3 „ „ „

für Punkt 4:
44' = 6,780 „
hiervon 4'4" = 4,530 „
bleibt 44" = 2,250 „ „ „ „ „ 4 tiefer „ „

Zweite Rechnung.

Ausgleichung des Gefälles zwischen 5 und 10.

Denkt man sich durch 5 den Horizont 5x gelegt, also parallel AB', so sind die rechtwinkeligen Dreiecke 5m6", 5n7", 5o8", und 5p9" dem großen 5x10 ähnlich, folglich verhält sich:

$$\left.\begin{array}{l} 5x : x10 = 5m : m6'' \\ \text{„} : \text{„} = 5n : n7'' \\ \text{„} : \text{„} = 5o : o8'' \\ \text{„} : \text{„} = 5p : p9'' \end{array}\right\}$$ und setzt man die betreffenden Werthe ein so ist:

$308{,}1 : 11{,}55 = 62{,}1 : m6''$; also ist $m6'' = \frac{11{,}55}{308{,}1} \cdot 62{,}1$

„ : „ $= 112{,}6 : n7''$; „ „ $n7'' =$ „ $\cdot 112{,}6$

„ : „ $= 184{,}7 : o8''$; „ „ $o8'' =$ „ $\cdot 184{,}7$

„ : „ $= 240{,}8 : p9''$; „ „ $p9'' =$ „ $\cdot 240{,}8$

Der Decimalbruch für das relative Gefäll zwischen 5 und 10 ist also:

$\frac{11{,}55}{308{,}1} = 0{,}0375$ oder $3^{3}{}_{4}\ {}^{0}/_{0}$.

Es berechnet sich für:

m6" = 0,0375 . 62,1 = 2,330 Meter.
n7" = „ . 112,6 = 4,220 „
o8" = „ . 184,7 = 6,930 „
p9" = „ . 240.8 = 9,030 „ .

Man erhält also:

für Punkt 6:
m6" = 2,330 M.
hiervon m6 = 1,620 „
bleibt o6" = 0,710 „ um welchen Betrag Punkt 6 zu tief liegt;

für Punkt 7:
n7" = 4,220 „
hiervon n7 = 3,480 „
bleibt 77" = 0,740 „ „ „ „ „ 7 „ „ „

für Punkt 8:
o8 = 7,570 „
hiervon o8" = 6,930 „
bleibt 88" = 0,640 „ „ „ „ „ 8 „ hoch „

für Punkt 9:
p9 = 11,240 „
hiervon p9" = 9,030 „
bleibt 99" = 2,210 „ „ „ „ „ 9 „ „ „

Aus diesen Rechnungen ist ersichtlich, daß, wenn die Ergebnisse des Nivellements *größer* sind, als die berechneten Höhen der rechtwinkeligen Dreiecke, z. B. p9 größer als p9″, die erstmalig gewählten Stationspunkte zu *hoch*, wenn *umgekehrt* z. B. 33′ kleiner als 3′3″, dieselben zu *tief* liegen.

§. 64.

5. Zweites und definitives Nivellement; Fixirung der Stationspunkte.

Sehr oft wird es der Kostenersparung halber bei Anlage von Waldstraßen gerathener sein, statt des vorzunehmenden Auf- und Abtrages, eine Verlegung der erstmalig gewählten Stationspunkte um die berechneten Höhendifferenzen dadurch vorzunehmen, daß man dieselben *in der Richtung des fließenden Wassers am Bergabhange* mittelst eines Nivellirinstrumentes *höher oder tiefer rückt*, wobei jedoch darauf geachtet werden soll, *die Horizontalentfernungen möglichst wenig zu verändern*. Diese Arbeit wird, wie folgt, vorgenommen:

Gesetzt, Punkt 3 Fig. 51 solle auf Grund unserer Berechnung um 0,740 Meter *höher gelegt werden*, so stelle man sich mit einem Nivellirinstrumente, z. B. der Canalwage, in einer beliebigen Entfernung von Punkt 3, welche ein deutliches Einstellen gestattet, auf, visire über die beiden Wasseroberflächen nach der in 3 lothrecht gehaltenen Nivellirlatte und lese, nach vorher genau eingerichteter Zieltafel, die Lattenhöhe ab. Man muß dabei die Höhenlage des Instrumentenaufstellungspunktes so gewählt haben, daß die abgelesene Lattenhöhe *nicht kleiner* ausfällt, als die Zahl ist, um welche der Punkt 3 höher gelegt werden soll. Hat man z. B. 1,880 M. abgelesen, so ziehe man hiervon 0,740 M. ab, stelle die Zieltafel auf den verbliebenen Rest von 1,140 M. genau ein, und lasse den Gehilfen mit der Latte so lange am Bergabhange aufwärts gehen, bis derselbe nach öfterer Aufstellung der Latte einen Punkt 3‴ gefunden hat, in welchem das Absehen über den unverändert gebliebenen Horizont des stehengelassenen Instrumentes genau in der auf 1,140 M. gestellten Zieltafel eintrifft. Dieser Punkt 3‴ liegt dann offenbar um 0,740 M. *höher* als Punkt 3, und wird durch einen bis zu der Oberfläche des Geländes einzuschlagenden Pflock festgehalten. Bei Aufsuchung des Punktes 3‴ muß der Gehilfe die Horizontalentfernung von 2 bis 3 möglichst beizubehalten suchen, was am besten dadurch geschieht, daß sich derselbe rechtwinkelig zu der Axe am Berghange aufwärts bewegt.

Wäre aber umgekehrt Punkt 8 um 0,640 M. *tiefer zu legen*, so

stelle man sich wie vorhin in einem beliebigen Punkte so auf, daß das horizontale Absehen nach der in 8 vertikal gehaltenen Latte eine Ablesung ergibt, welche nicht zu groß ausfällt, z. B. 2,125, so daß die Summe dieser Ablesung und jener Zahl, um welche Punkt 8 tiefer zu legen ist, also 2,125 + 0,640 = 2,765 M. die Länge der Nivellirlatte nicht übersteigt, stelle die Zieltafel genau auf 2,765 M. ein, und lasse den Gehilfen durch Abwärtsgehen unter den oben angegebenen Regeln einen Punkt 8‴ aufsuchen, in welchem die lothrecht aufgestellte Latte von der horizontalen Absehlinie des unverrückt gebliebenen Instrumentes genau in der eingestellten Richtungslinie getroffen wird. Punkt 8‴ liegt dann um 0,640 M. tiefer als 8, und ist wie Punkt 3‴ festzuhalten. Auf gleiche Weise wird bei sämmtlichen zu verrückenden Stationspunkten verfahren.

Es leuchtet ein, daß durch diese Arbeit nicht nur die specielle Straßenrichtung neu bestimmt wird, sondern auch, selbst wenn mit der größten Vorsicht gearbeitet wurde, eine Veränderung der Stations-Entfernungen unvermeidlich sein kann. Deßhalb, sowie zur Entdeckung etwa eingeschlichener Fehler überhaupt, wird man genöthigt sein, für diese neu und nunmehr jedenfalls richtiger abgesteckte Längenrichtung, ein zweites Nivellement mit neuer Messung der Horizontalentfernungen vorzunehmen, und die ganze Berechnung für die verbesserten Stationspunkte nochmals zu führen, wobei man in deren Resultaten nur unbedeutende Abweichungen für einzelne Stationspunkte erhalten wird, durch deren Verlegung um diese geringen Differenzen und wohl jetzt unbeschadet der Horizontallänge, sämmtliche Stationspunkte fixirt werden können.

Dieses zweite — definitive — Nivellement wird daher in den meisten Fällen bei der Anlage einer Waldstraße genügen, und nur in seltenen Ausnahmen zu einem dritten geschritten werden müssen. Es möchte dabei anzurathen sein, zur Bezeichnung der definitiven Punkte nicht die Pfähle der alten Punkte, sondern neue, zum Unterschiede von letzteren etwa durch Querstriche bezeichnete Pflöcke zu verwenden, weil etwaige Anstände, die sich im Verlaufe des Geschäftes ergeben könnten, beim Fortbestande der erstmaligen Absteckung leichter gehoben werden können.

6. Verbindung der einzelnen Linien der speciellen Straßenrichtungen in vertikaler und horizontaler Projection.

§. 65.

a. Ausrundung des Gefälles in den Wechselpunkten.

Nachdem nunmehr durch das definitive Nivellement die sämmtlichen Punkte der Längenrichtung bestimmt und bezeichnet sind, muß als Schluß der hierher gehörigen Arbeiten, zunächst die Ausrundung des Gefälles in den Wechselpunkten, sowie die Absteckung der Curven besprochen werden.

Figur 52.

Gesetzt, Fig. 52, die Punkte 1, 2 und 3 seien durch das definitive Nivellement bestimmt worden, und Punkt 2 also ein Wechselgefällpunkt, in welchem sich die Gefällinien 1—2 und 2—3 brechen, oder das Gefäll wechselt, so darf selbstverständlich, um eine Straße benutzbar zu machen, der Gefällübergang nicht plötzlich im Punkte 2 stattfinden und die Straße keinen Winkel 1 2 3 bilden, sondern der Uebergang des Gefälles 1—2 in jenes 2—3 muß so allmälig stattfinden, daß der Wechselpunkt nicht mehr erkennbar ist. Man sagt alsdann: „das Gefäll ist ausgerundet." Das Profil wird demnach die Axe der vollendeten Straße von 1 über 2 nach 3 als eine krumme Linie erscheinen lassen, wie durch die gestrichelte Linie unserer Figur angedeutet ist. Diese Ausrundung des Winkels 1 2 3 wird erst bei dem Planiren vorgenommen, soll aber hier schon besprochen werden, um falsche Auffassungen zu verhüten. Sie geschieht dadurch, daß im Punkte 2 etwas aufgetragen wird, dieser Auftrag auch gegen 1 und 3 hin auf eine kurze Strecke fortgesetzt wird, bis er sich allmälig verliert. Die Arbeit wird nach dem Augenmaaße ausgeführt. Umgekehrt verhielte es sich bei Fig. 53 in dem Wechselpunkte 4. Für unser Längenprofil wäre eine solche Ausrundung im Punkte 5 vorzunehmen und diese hier um so leichter ausführbar, als ohnehin der Winkel 4"56", Fig. 51, ein sehr stumpfer ist.

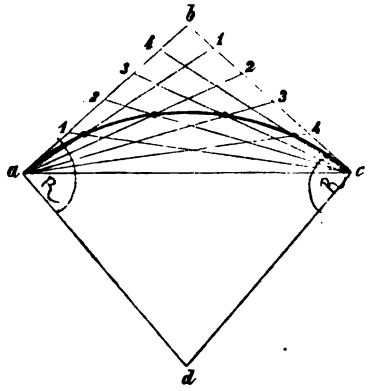
Figur 53.

§. 66.

b. Abſteckung der Curven.

Ebenſowenig als die fertige Straße in vertikaler Projection Winkel bilden darf, ſondern ausgerundet ſein muß, dürfen ſolche bei den Wendungen der einzelnen Strecken in horizontaler Projection vorkommen, ſondern der Uebergang von einer geraden Richtung in eine andere ſoll, ſowohl bei Straßen in der Ebene als im Gebirge, immer mittelſt einer krummen Linie (Curve) ſtattfinden, welche in der Regel ein Kreisſegment oder überhaupt eine ſtetige Curve iſt, zu der die beiden zu verbindenden geraden Richtungen als Tangenten erſcheinen. Der Tangentialpunkt oder Anfang der Curve heißt Urſprung. Geſetzt, es ſeien Fig. 54 zwei ſich unter einem Winkel treffende Richtungen a b und c b der Straße gegeben, welche man als Axe betrachtet, die beiden Punkte a und c, gleichweit von b entfernt, in denen die Curve beginnen ſoll, ſeien angenommen, ſo ſoll letztere ein Kreisſegment ſein, an welches die Linien b a und b c in den Punkten a und c tangiren. Errichtet man an dieſen Punkten Normale, ſo ſchneiden ſich dieſe im Mittelpunkt des Kreiſes d und a b = c d iſt der Halbmeſſer des letzteren; Punkt a oder c iſt der Urſprung der Curve. Die Axe der Straße geht dann nicht mehr in der Richtung a b c, ſondern in jener des Bogens. Der Halbmeſſer dieſer Curve, ſeiner Größe nach offenbar abhängig von a b = c b, ſoll möglichſt groß ſein (nie unter 10 Meter), ſo daß ſelbſt mit der ſtärkſten Beſpannung, beim Wenden der Rand der Verſteinung nicht überſchritten und die Längenaxe des Wagens zwiſchen den Hinter- und Vorderrädern nicht viel gebrochen wird. Insbeſondere ſoll die Curve bei Waldſtraßen mit ſtarkem Gefälle, auf denen Langholz verfahren wird, keine zu kleine ſein, damit die Fuhrleute ohne Gefahr für die Thiere und das Fuhrwerk die Wendung bequem nehmen können; ja wenn immer möglich, ſoll ſogar die Straße wenigſtens in den Hauptcurven horizontal gelegt werden, oder ein nur geringes Gefäll erhalten.

Figur 54.

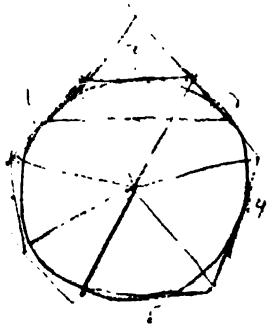


Was das Abſtecken der Curven auf dem Gelände betrifft, ſo kann

Der kombinirte Ellipsen- und Stangenzirkel (D. R.-P.), von der Firma Klemens Riefler in München angefertigt, zeichnet sich unter den vielen Konstruktionen dieser Art durch eine ausgedehnte Verwendbarkeit und exakte Wirkungsweise aus. Das Instrument dient zum Zeichnen von Ellipsen in den Größen von 10—600 Millimeter Längendurchmesser, wobei deren Form eine dem Kreis ähnliche oder eine langgestreckte sein kann. Der obere abnehmbare Theil kann auch als Weg- und Stangenzirkel Verwendung finden. Der leichtbewegliche Apparat besteht aus zwei auf einander senkrecht stehenden Führungsschienen mit Längsnuten, in denen sich zwei mit Axen versehene Schieber hin- und herbewegen lassen; diese Axen bilden gleichzeitig die Drehaxen der mit Millimetertheilung versehenen Stange, welche an ihrem vorderen Ende einen Bleistift- oder Federeinsatz trägt. Die Anschlußstellen der beiden getrennt zu zeichnenden Ellipsenhälften decken sich genau, da der ganze Apparat nach Fertigstellung der einen Hälfte um den Mittelpunkt mittels Nadeleinsatz gedreht werden kann.

[illegible]	"	60	"	"	"	"
250	"	55	"	"	"	"
200	"	50	"	"	"	"
180	"	45	"	"	"	"

Auf Lokal- und Vizinalbahnen beträgt die größte zulässige Fahrgeschwindigkeit 30 Kilometer in der Stunde.



diese Arbeit mit größerer oder geringerer Genauigkeit vorgenommen und oft selbst bloß nach dem Augenmaaße ausgeführt werden, namentlich wenn der Winkel abc sehr stumpf ist, die Curve also sehr klein wird.

Wir wollen im nachstehenden verschiedene Methoden anführen, nach welchen stetige Curven bestimmt werden können, wobei ein vorhandener Grundriß des abgesteckten Winkels oft mit Vortheil benutzt werden kann.

Erste Methode.

Man nehme Fig. 54 ab = bc, theile die Winkel bac und bca in eine gleiche Anzahl gleichgroßer Theile, so sind die Durchschnittspunkte der correspondirend bezeichneten Theilungslinien, z. B. der Linien a1 und c1, a2 und c2 u. s. f. Punkte des abzusteckenden Kreissegmentes.

Zweite Methode.

Man messe Fig. 55 ab = ac, dann bc, bezeichne die Länge von ab = ac allgemein mit t, jene von bc mit s, und denke sich vorerst bf = ce = x und fe = 2x, so berechnet sich x aus:

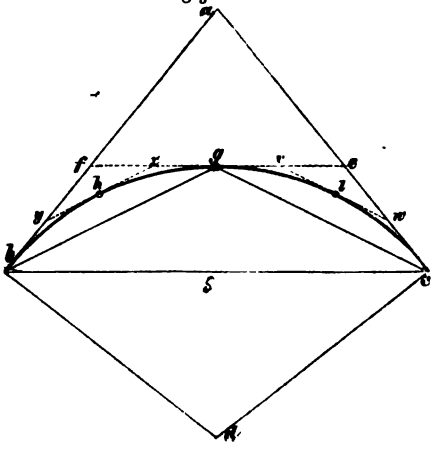
$$af : ab = fe : bc \text{ oder}$$

$$t - x : t = 2x : s \text{ hieraus}$$

$$x = \frac{st}{2t + s}.$$

Wird nach dieser Formel x aus den gemessenen Längen t und s berechnet und von b und c aus nach f und e hin abgemessen, so erhält man den Scheitel der Curve g in der Mitte von fe. Ebenso wird zwischen b und g, und c und g der Scheitel h und l durch neue Berechnung für x aus bf = t und bg = s, und auf der andern Seite aus ce = eg = t, und cg = s analog obiger Formel gefunden und x von b und g aus nach y und z, von c und g aus nach w und v aufgetragen, und in den Halbirungspunkten von yz und vw werden die neuen Curvenpunkte h und l erhalten u. s. f., wobei natürlich alle Längen in horizontaler Richtung abzumessen sind.

Figur 55.



Dritte Methode.

Ist das Operationsfeld sehr beschränkt, so kann auch die Absteckung mittelst des Meßtisches geschehen, auf dessen Tischplatte man nach Aufnahme des Winkels, in passendem Maaßstabe die Curve construirt, in eine beliebige Anzahl Theile theilt, für die Theilpunkte die Sehnen zieht und diese nach den Regeln der Vermessungskunde auf das Feld überträgt.

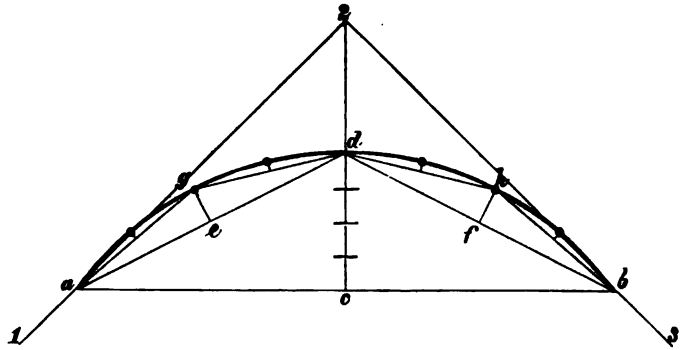
Weniger genau, aber oft sehr praktisch sind die folgenden Verfahrungsarten.

Vierte Methode.

Die s. g. Viertelsmethode.

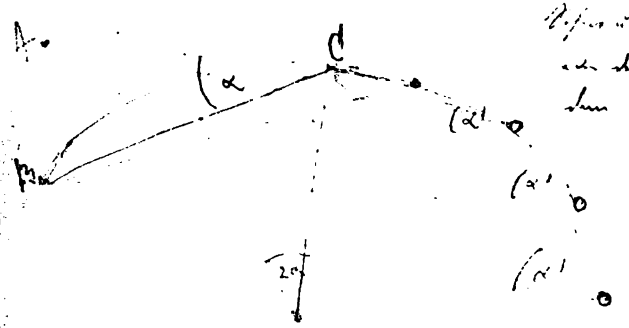
Wäre Fig. 56 der Winkel, den die Straßenaxe im Grundrisse bildet, durch die geraden Richtungen 1—2 und 3—2 gegeben, und in demselben eine Curve abzustecken, so messe man in horizontaler Richtung von 2 aus

Figur 56.



auf 2—1 und 2—3 gleich lange Stücke 2 a = 2 b ab, und bezeichne die Punkte a und b durch Fluchtstäbe. Diese Stücke müssen um so größer genommen werden, je größer die Curve werden soll. Hierauf messe man die horizontale Entfernung a b, und bezeichne deren Halbirungspunkt c, ebenso d die Mitte von 2 c. Dann wird a d = d b gemessen und in deren Halbirungspunkten e und f werden Normale errichtet, auf welche man den vierten Theil von d c, nämlich e g und f h abträgt, und in den Punkten g und h neue Curvenpunkte erhält. Sollten deren noch mehr bestimmt werden, so errichte man wieder in den Halbirungspunkten der Linien a g, g d, d h und h b Normale, trage auf alle $^1/_4$ der Länge g e = f h, so bilden die Endpunkte dieser Normalen vier weitere Curvenpunkte. Auf gleiche Weise ist fortzufahren, bis die ganze Curve hinlänglich genau abgesteckt ist.

Curven-Porsma, Baumgarten's [illegible] ?



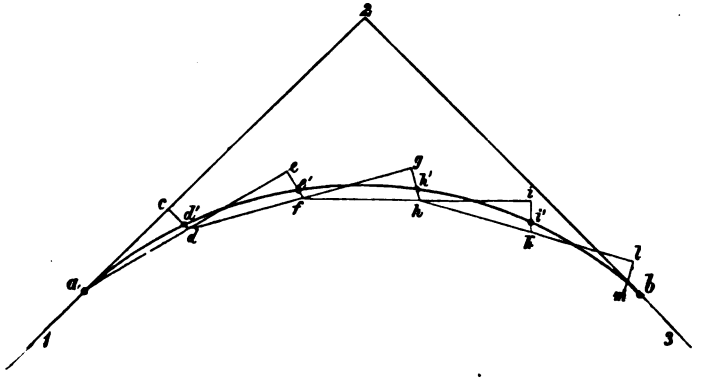
[illegible]

Fünfte Methode.

Die s. g. Sehnenmethode.

Gesetzt, Fig. 57, a und b seien die Ausgangspunkte der Curve, so bezeichne man 1 und a durch Visirstäbe, lege in die Verlängerung dieser Richtung ein etwa 3 Meter langes Richtscheit als Abscisse, errichte in deren

Figur 57.



Endpunkte c eine Normale als Ordinate von entsprechender Größe, z. B. 1 Meter, und bezeichne den Endpunkt d derselben durch einen Stab. Nun legt man das Richtscheit in die Verlängerung der Richtung a d, errichtet in dessen Endpunkt e wieder eine 1 Meter lange Ordinate, deren Endpunkte f man bezeichnet und fährt auf dieselbe Weise fort, bis man in die Nähe des Punktes b, z. B. nach m mit dem Endpunkte der letzten Ordinate gekommen ist. Dieser Punkt m wird nur selten mit dem Punkte b zusammenfallen, sondern auf einer oder der andern Seite der Linie 2—3 liegen. Die Differenz b m wird gemessen, deren Länge mit der Anzahl der Stationen, hier 5, dividirt, die erhaltene Größe als Einheit betrachtet und die erste Ordinate um eine solche, die zweite um deren zwei, die dritte um drei u. s. f. und die letzte Ordinate um die ganze Differenz verkürzt oder verlängert, je nachdem der entstandene Fehler b m auf die eine oder die andere Seite der Linie 2—3 gefallen war, wodurch der berichtigte letzte Punkt m ziemlich genau mit b zusammenfallen wird. Die abgesteckte Curve geht nun über die Punkte a, d', e', h', i', b.

Auch hier müssen alle Längen horizontal abgemessen werden, und ist ein guter Grundriß zur Bestimmung der Ordinatenlänge ebenso zweckmäßig, wie bei der vorigen Methode.

Insbesondere auch zur Absteckung von Curven wechselnder Krümmung,

welche übrigens nicht zu empfehlen und höchstens nur bei vorhandenen lokalen Hindernissen statthaft sind, eignet sich diese Methode, indem man dann nur immer die folgende Ordinate um ein bestimmtes Maaß größer abzustecken hat, als die unmittelbar vorangehende, z. B. die erste 1 M., die zweite 1,25 M., die dritte 1,50 M. u. s. f.

Algebraisch-geometrische Betrachtungen lassen leicht den Halbmesser des Kreises finden, dessen Bogen zwei Richtungen in dem (vom Schnittpunkt gleichweit abliegenden) gegebenen Punkt berührt. Die Rechnung lehrt dann auch die genaue Länge des Ordinaten cd', ef' u. s. w. finden. Auch nach der Coordinatenmethode läßt sich eine Absteckung ausführen. Man berechnet die zu beliebig gewählten auf den Richtungen 12 und 32 von a, beziehungsweise b aus aufzutragenden Abscissen gehörigen Ordinaten. Siehe darüber u. a. in Bauernfeinds Vermessungskunde.

Zuweilen ist man genöthigt, zwei einander tangirende Kreisbogen anzuwenden, oder auch eine Kurve, die nach anderem Gesetz gekrümmt ist als der Kreis, z. B. ein Parabel. Im Allgemeinen wird man mit einer der vorgetragenen Annäherungsmethoden oder rein nach Augenmaaß auskommen, oder durch Uebertragen einer in den Plan gezeichneten Curve nach bekannten Regeln auf das Gelände.

Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, daß jetzt erst, nämlich nach Absteckung der Curven, die ganze Straßenaxe genau fixirt ist.

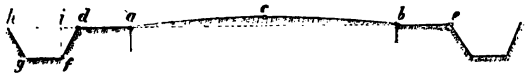
III. Bestimmung der Straßenbreite.

§. 67.

Von der Straßenbreite im Allgemeinen.

Unter Straßenbreite versteht man gewöhnlich die Breite der Fahrbahn nebst jener der Fuß- oder Seitenbänke (Banquets). Fahrbahn aber nennt man den für den Gang der Fuhrwerke bestimmten Theil der Straße ab, Fig 57, in dessen Mitte die Axe c liegt und an welchen sich zu beiden Seiten die Fußbänke ad und be anschließen, welch' letztere bloß von den Fußgängern benutzt werden, und bei Waldstraßen oft zu sonstigen Zwecken, z. B. zum Aufsetzen des Holzes dienen können, wodurch eine schnellere Schlagräumung, bessere Schonung des Unterwuchses und schnellere Anzucht erreicht werden. Die Straßenbreite soll durch den ganzen Straßenzug dieselbe bleiben, wenn nicht besondere örtliche Verhältnisse Anderes bedingen.

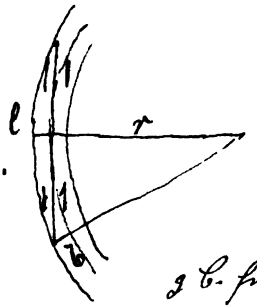
Figur 58.



Die Größe des Minimal-Radius, welchen eine Curve haben darf hängt ab:

1. Von der Länge der Fuhrwerke nebst Bespannung
2. Von der Wegbreite
3. Von der Construction der Fuhrwerke speciell der Drehbarkeit des Vordergestelles.

Rechnerisch findet man für eine gegebene Länge des Fuhrwerks und Wegbreite den Minimalradius dadurch, daß man die Zugrichtung als Tangente zu dem betreff. Kreisbogen darstellt, wobei dann das äußere Rad und Zugthier die Steinbahn des Weges nicht überschreiten darf.



$$r^2 = \left(r + \frac{b}{2}\right)^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$\cancel{r^2} = \cancel{r^2} + \frac{\cancel{2}rb}{\cancel{2}} + \frac{b^2}{4} - \frac{l^2}{4}$$

$$r\cancel{b} = \frac{l^2 - b^2}{4}$$

$$r = \frac{l^2}{4b} - \frac{b}{4}$$ wobei $\frac{b}{4}$ in der Regel vernachlässigt werden kann.

z. B. für $l = 25$ m $b = 3$ m ist $r = 52$ m Radius

$b = 4$ m r 14 m

Die Bestimmung der Straßenbreite, namentlich jene der Fahrbahn, richtet sich nach der Frequenz der Straße, wobei es wesentlich ankommt, ob sie ein- oder zweispurig gemacht werden soll, nach der Art ihrer Benutzung, sowie der darauf gehenden Fuhrwerke, ferner nach der Breite der Wagenspuren und Ladung, nach den Kosten für etwa nothwendigen Grunderwerb und sonst beabsichtigten Nebenzwecken, sowie endlich nach der Lage, insbesondere dem Feuchtigkeitsgrade des Bodens. Zwei sich begegnende Wagen sollen einander bequem ausweichen können, ohne die äußeren Ränder der Versteinung (der Fahrbahn) zu überschreiten. Das richtige Maaß ist nach reiflicher Ueberlegung diesen einwirkenden Verhältnissen gemäß zu bestimmen.

Zu breite Straßen erfordern viele der Production entzogene Fläche, verursachen große Kosten bei ihrer Herstellung und beanspruchen bedeutendere Unterhaltungsmittel; zu schmale dagegen hindern das Ausweichen der sich begegnenden Fuhrwerke, und sämmtliche Wagen müssen in denselben Geleisen fahren, wodurch die Straße schneller zu Grunde geht, namentlich in dichten Hochwaldungen an der Nordseite, in welchen Oertlichkeiten schmale Straßen ohnehin selten austrocknen. Bei Waldstraßen wird man der Fahrbahn im Durchschnitte eine Breite von 5 bis 7 Meter, und den Fußbänken eine solche von 1 Meter geben dürfen, und sollten Verhältnisse die Annahme einer nur geringeren Fahrbahnbreite gestatten, so ist für die Anlage passender Ausweichepläße von genügender Breite, an geeigneten Orten von Strecke zu Strecke (in Entfernungen von etwa je 200 Schritte) zu sorgen, welche bei Gebirgsstraßen in das Gelände eingeschnitten oder aufgedämmt werden können. Auch sollen schmale Straßen jedenfalls in den Curven und an solchen Stellen eine größere Breite erhalten, wo sie hohe, den Luftzug hemmende, versumpfte Waldbestände durchschneiden, um im letzteren Falle dieselben trockener zu erhalten. Eine größere Breite ist ferner an einzelnen gefährlichen Stellen, dann in Krümmungen mit kleinem Halbmesser zu empfehlen, ebenso an den Einmündestellen andrer Wege.

Bei Anlage der Ausweichewege ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß sie von beiden Seiten aus größerer Entfernung gesehen werden können, damit die begegnenden Fuhrwerke einander schon von weitem wahrnehmen und an der Ausweichestelle eines das andere abwarten kann. Die sonst nöthig werdenden Zeichen, Peitschenknallen und dergleichen sind unsicher. Die Länge der Ausweichestellen muß mindestens der eines mit Langholz beladenen Fuhrwerks einschließlich der Bespannung gleich sein. Nach be-

endeter Holzabfuhr können die Ausweicheplätze anderweitig, z. B. als Kohlenmeilerstellen, benutzt werden.

Die Absteckung und Aufnahme der Straßenbreite erstreckt sich übrigens nicht bloß über die Fahrbahn und Fußbänke, sondern auch über die etwa anzulegenden Seitengräben und Böschungen. In Bezug auf diese soll das zu wissen Nöthige zunächst voraus geschickt werden, ehe wir von der Absteckung und Aufnahme der Straßenbreite sprechen.

§. 68.

Von den Seitengräben.

Unter Seiten- oder Straßengräben versteht man mit der Straßenaxe parallel laufende Vertiefungen, je nach der Oertlichkeit auf einer, oder auch zu beiden Seiten der Straße, welche mit abgeböschten Wänden versehen sind und deren Querprofil ein Paralleltrapez bildet. f g (Fig. 58) heißt die Grabensohle, d h die obere Grabenweite, und i f (die Höhe des Trapezes), die Grabentiefe; d f und g h sind die Böschungswände.

Diese Gräben haben den Zweck, das nach Regengüssen oder Schneeabgang von der Straßenoberfläche abfließende Wasser, oder auch solches, welches sich zeitweise von dem angrenzenden Gelände gegen die Straße ergießt, aufzunehmen und abzuführen. Sie begrenzen gleichsam das Straßenareal von dem anliegenden Besitzthume, welch' letzterem sie zugleich Schutz gegen das Betreten und Befahren gewähren, ein Vortheil, zu welchem sich bei Waldstraßen noch der weitere gesellt, daß wenn die Straße zugleich als Weidegang benutzt wird, die angrenzenden Culturen und Schläge von dem Weidevieh mehr geschont bleiben. Endlich aber dienen die Seitengräben auch zur Austrocknung des Straßenkörpers im Inneren, da sie der Luft Zutritt von der Seite her gestatten, was bei Waldstraßen wegen des durch den Holzwuchs ohnehin gehemmten Luftzuges um so nothwendiger erscheint, als die Trockenerhaltung der Straße eine der ersten Rücksichten ist, auf welche ein gut geleiteter Straßenbau bedacht sein soll.

Im Allgemeinen sind Straßengräben überall nöthig, wo die Straße im Abtrage gebaut ist, oder überhaupt tiefer liegt, als das angrenzende Gelände; umgekehrt können dieselben bei aufgedämmten, mindestens $^1/_2$ Meter höher, als das anstoßende Gelände, liegenden Straßen entbehrt werden, wenn nicht besondere Umstände deren Anlage bedingen.

Die besonderen Oertlichkeiten, in denen Gräben anzulegen sind, möchten folgende sein:

1) auf beiden Seiten, bei tiefliegenden Straßen in der Ebene, namentlich auf feuchtem, quellenreichem oder gar sumpfigem Boden, weil hier die Straße das ganze Jahr hindurch nie austrocknen kann, und immer schlecht zu befahren sein wird, wenn das schon vorhandene Sumpf- oder sich ansammelnde Regen- oder Schneewasser nicht gehörig abfließen kann.

2) Ebenso kann die Anlage von Seitengräben an dem inneren Rande der Gebirgswege, d. h. an der gegen den Berg zu gelegenen Seite nicht ohne Nachtheil versäumt werden, weil das von den oberen Theilen der Gehänge herabziehende Wasser, wenn es nicht in Gräben einziehen kann, die Straße überfluthet und nach Maaßgabe des größeren oder geringeren Gefälles zerstört.

Damit die Gräben im Stande sind, alles sich gegen die Straße ergießende und von derselben abfließende Wasser aufzunehmen, müssen ihre Dimensionen im richtigen Verhältnisse zu der aufzunehmenden Wassermasse stehen, und damit das Wasser nicht in den Gräben stehen bleibe und den Straßenkörper durchziehe, sondern Abfluß finde, müssen die Gräben unter allen Verhältnissen einiges Gefäll erhalten, welches wiederum der abzuführenden Wassermasse angemessen sein muß. Endlich kommt bei Bestimmung der Dimensionen für die Seitengräben noch der Bindigkeitsgrad des Bodens in Betracht. Im Allgemeinen kann gesagt werden:

Je größer die aufzunehmende und abzuführende Wassermasse, je geringer das Gefäll, und je weniger bindend der Boden ist, desto größer müssen die Dimensionen der Seitengräben sein und umgekehrt. $^1/_2$ Meter Tiefe, 1 Meter obere, $^1/_2$ Meter untere Grabenweite sind die mittleren Maaße. Das Gefäll der Gräben richtet sich in der Hauptsache natürlich nach jenem der Straße, und wenn diese horizontal liegt, muß den ersteren ein Gefäll von mindestens $^1/_2$ % gegeben werden.

Wird aber bei Gebirgsstraßen das Gefäll ein bedeutendes und ist viel Wasser abzuführen, so würde dieses, eine immer größere Geschwindigkeit erlangend, die Straße unterwühlen, die Sohle und Wände der Gräben angreifen. In solchen Fällen sorgt man dafür, daß das Wasser auf nicht zu große Strecken längs der Straße in den Gräben zu fließen hat *),

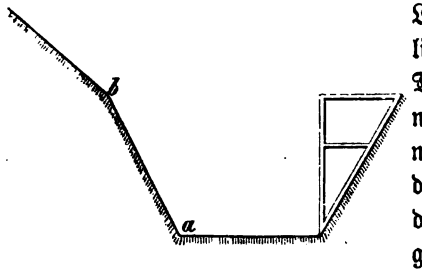
*) Diese Rücksicht gilt überhaupt als allgemeiner Grundsatz bei Straßenanlagen, namentlich im Gebirge.

sondern durch Seitenabflüsse, Durchlässe, öfters in der Richtung des natürlichen Gefälles der Bodenoberfläche unter der Straße durch nach benachbarten Bächen Ableitung findet. Auf eine kurze Strecke unterhalb der seitlichen Ableitung bleiben die Straßengräben geschlossen. Wo eine seitliche Ableitung des Wassers nicht möglich ist, soll das Gefäll durch in angemessenen Zwischenräumen in die Gräben eingelegte Querschwellen, Weidengeflechte ꝛc. gebrochen und die Sohlen an diesen Stellen gepflastert werden, etwa vorkommende Stöcke und Steine sind zum Grabenabschluß zu belassen, oder der Graben ist mit Steinen auszulegen (auszurollen), mit Rasenstücken zu beschlagen; einzelne, dem Einreißen sehr ausgesetzte Stellen sind sogar zu pflastern oder auszumauern.

Endlich aber dürfen beständig fließende Gewässer, welche sich gegen die Straße ergießen, niemals in die Gräben eingeleitet und längs der Straße in denselben fortgeführt werden, sondern es ist ihnen auf dem kürzesten Weg eine Ableitung unter der Straße hindurch zu geben.

Die Anfertigung der Seitengräben, deren obere Weite zugleich mit der Straßenbreite abgesteckt wird, geschieht durch Aufarbeitung der Erde und Ausheben derselben mit der Schaufel, deren Breite oft gerade der Sohlenbreite des Grabens entspricht, dann durch Abtragen der Wände nach einzustellenden Schablonen (Fig. 59), worunter man zu dem Profile des Graben-Trapezes verbundene Lattenstücke versteht. Es ist namentlich darauf zu sehen, daß die Dimensionen der Gräben genau eingehalten, und diese nach der Schnur gezogen werden, sowie daß die Sohle mindestens um 15 Centim. tiefer zu liegen komme, als der Grundbau der Straße, damit aus letzterem die darin sitzende Feuchtigkeit in die Gräben abziehen kann. Die ausgehobene Erde benutzt man zum Auftrage, und in vielen Fällen namentlich in der Ebene dazu, den Straßenkörper damit zu erhöhen (herauszubauen).

Figur 59.



Beim Ziehen der Gräben in nassem Boden endlich soll von den tieferliegenden Punkten gegen die höherliegenden hin gearbeitet werden, damit das Wasser von den Arbeitern abziehen kann.

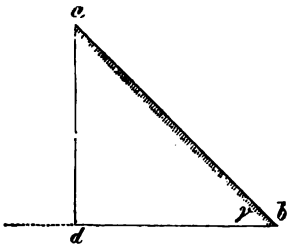
Hat man geübte Arbeiter, so kann man Gräben von kleinen Dimensionen wohl auch nach dem Augenmaaße ausheben lassen.

§. 69.

Von den Böschungen.

Böschung oder Dossirung heißt die Neigung einer gleichmäßig abgedachten Ebene der Bodenoberfläche, gegen eine wirkliche oder gedachte Horizontalebene. Das Profil der Böschung a b wird erhalten, wenn man durch b, Fig. 60, eine Horizontalebene legt, und von a eine Senkrechte fällt. Das entstandene rechtwinkelige Dreieck a b d, nach welchem man die Böschung bestimmt, heißt Böschungsdreieck. Die Hypotenuse a b ist die Böschungslinie, die horizontale Cathete d b heißt Ausladung, die vertikale a d Höhe der Böschung, während der die Neigung angebende Winkel γ der Böschungswinkel genannt wird.

Figur 60.



Die Bezeichnung der Böschungen kann nun auf zweierlei Weise geschehen:

1) durch einfache Angabe des Neigungswinkels, oder
2) durch Angabe des Verhältnisses der Ausladung zur Höhe und zwar in Form eines Bruches, bei welchem die Maaßzahl für die Ausladung den Zähler, jene für die Höhe den Nenner bildet.

So sagt man zu 1, eine Böschung von 45°, 30°, 60° u. s. f., dagegen zu 2, eine einfache oder einfußige Böschung ($^1/_1$), wenn b d = a d ist, eine doppelte oder zweifache ($^2/_1$), wenn b d = 2 a d, im umgekehrten Falle wird die Böschung $^1/_2$ fußig; $^5/_4$ fußig, wenn b d : a d = 5 : 4 sich verhält u. s. f. Die Böschung von 45° entspricht also der einfachen. Je größer der Böschungswinkel wird, desto kleiner wird der Bruch und die Böschung, und umgekehrt. Entsprechend dieser verschiedenen Bezeichnungsart, kann man nun auch mit verschiedenen Instrumenten (Böschungsmessern) die Böschungen auf dem Gelände messen und anlegen, und zwar entweder durch Bestimmung des Böschungswinkels mit Gradbogen und Lothen, oder durch direktes Abmessen der Ausladung und Höhe mittelst horizontal und vertikal gelegter Meßlatten.

Der Zweck der Böschungen ist, das Abrutschen des Bodens zu verhüten, welches um so leichter erfolgen wird, je lockerer und weniger bindend der Boden, je wunder dessen Oberfläche und je steiler die Böschung ist; denn es gibt für die aus lose aufgetragenen Stoffen gebildeten

Böschungen einen bestimmten Neigungsgrad, bei welchem der Boden nicht mehr herabrollt, Winkel der Ruhe genannt, der nach den verschiedenen Bodenarten sehr verschieden ist. Einer weiteren Gefahr sind die Böschungen dann ausgesetzt, wenn sie vom Wasser bespült werden, z. B. bei Dammbauten. Diese sämmtlichen Verhältnisse müssen über das den Böschungen zu gebende Maaß entscheiden, da sich in Bezug auf letzteres nichts Absolutes bestimmen läßt. Eine zu kleine (steile) Böschung hat das Abrutschen des Bodens zur Folge, unnöthig große Böschungen verursachen oft bedeutende Kosten für Grunderwerb. Im Allgemeinen kann gesagt werden: Je fester und bindender der Boden, je geringer der Ab- oder Auftrag ist, desto steiler dürfen die Böschungen sein und umgekehrt. Bei einer Höhe der Böschung von zwei bis drei Meter genügt eine $^5/_4$ bis $^3/_2$fache Böschung; mit zunehmender Höhe kann sie bis auf eine 2fache, im äußersten Falle $^5/_2$fache steigen müssen, welch' letztere nur auf sehr lockerem Boden (Flugsand) und dann anzuwenden sein möchte, wenn die Böschungen bespült werden. Denn nichts ist den Böschungen gefährlicher als das Wasser. Die einfache Böschung wird in der Regel genügen, und selbst diese oft auf eine $^1/_2$fache namentlich dann beschränkt werden können, wenn zur Herstellung größerer Böschungen bedeutender Grunderwerb nothwendig wäre und der Boden sehr thonhaltig ist.

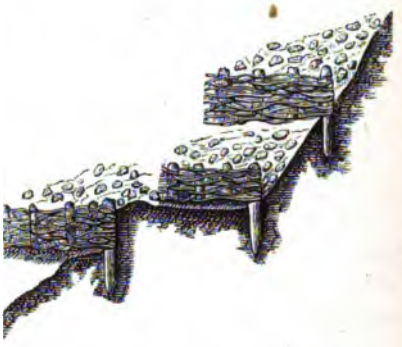
Bei Straßenbauten kommen Böschungen vor: an den Seitengräben, bei Durchstichen (Hohlen), d. h. wenn die Straße ganz in das Gelände eingeschnitten ist, ferner bei Dämmen, an Gebirgshängen und zwar sowohl auf der Berg- als Thalseite, kurz an allen Orten, wo Abrutschen des Bodens, Verschüttung der Gräben u. s. f. zu befürchten wäre.

Den besten Schutz gegen das Abrutschen und Abschwemmen der Böschungswände gewährt eine gute Grasnarbe. Man sucht deshalb steile Böschungen durch Bedeckung und Anschlagung von Rasenstücken, entweder auf die ganze Fläche oder schachbrettartig und, wo Rasen mangelt, durch Einsäen von Gras- und Kleesaamen zu befestigen, und läßt, damit die Grasnarbe recht dicht wird, die Böschungen frühzeitig abmähen. Um eine sehr schnelle Begrasung zu erzielen, ist Einsäen von Getreide (Korn oder Hafer) zu empfehlen, und mitunter auch das Einlegen von Queckenwurzeln ein gutes Befestigungsmittel.

Je nach dem Feuchtigkeitsgrade des Bodens können die Böschungen auch mit Weiden besteckt, oder mit Pappeln, Akazien und Hainbuchen bepflanzt werden, welche, als dichtgeschlossene Zäune am Straßenrande erzogen, an abschüssigen Stellen oft die Sicherheitsgeländer ersetzen;

ebenso können lange, über steile Abgründe hinziehende Böschungswände mit Fichten, Tannen oder anderen geeigneten Holzarten bestellt werden. Auch Weidenflechtzäune, deren Geflecht nicht enger zu sein braucht, als daß keine Steine durchgedrückt werden können, Fig. 61, und an nassen Stellen Faschinenbau, mitunter auch Bohlenverschaalung thun gute Dienste. Eine terrassenförmige Anlage der Böschungen möchte höchstens nur in Steigen, wo das Gelände nach dem Thale einen sehr steilen Hang hat, Anwendung finden. Hingegen ist es häufig bei steilen Böschungen zweckmäßig, denselben ein breiteres Fundament dadurch zu geben, daß man rechtwinkelig zur Böschungslinie den gewachsenen Boden etwas aushebt, gleichsam Zahneinschnitte in ihn macht und in diese erst das Böschungsmaterial einträgt. Es findet ein gleichmäßigeres Setzen statt und Rutschungen werden eher vermieden. Fig. 62 zeigt endlich eine von Wasser bespülte Böschung, die durch Steine ausgerollt wurde.

Figur 61.



Wenn es möglich ist, bei den Erdarbeiten die bessere Erde von der geringeren zu sondern, und erstere zum Bedecken der Böschungswände zu benutzen, so wird dadurch natürlich die Begrasung sehr befördert; ebenso ist es räthlich, Böschungen, die aus Flugsand bestehen, mit Dammerde zu überstreuen.

§. 70.

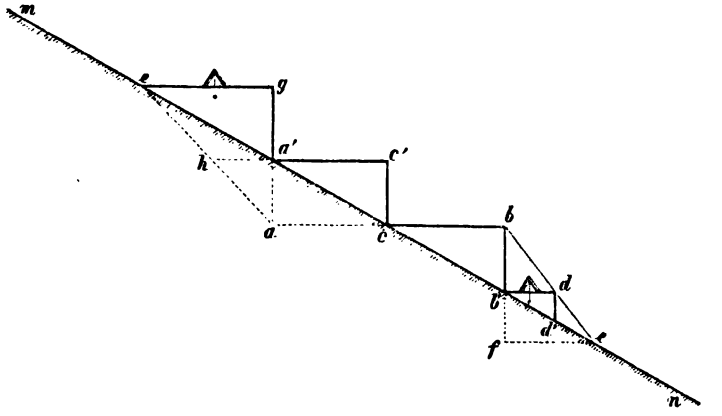
Absteckung und Herstellung der Böschungen.

Kleine Böschungen, wie solche z. B. bei den Seitengräben vorkommen, bedürfen natürlich keiner besonderen Absteckung, sondern werden am besten nach Schablonen abgedacht, wie bereits im §. 68 erwähnt wurde. Soll dagegen eine Böschung für sich, d. h. ohne Graben, z. B. an der Thalseite einer Gebirgsstraße angelegt, oder auch an der Bergseite die äußere Böschungswand des Seitengrabens wieder hinauf geführt werden, wobei sich nicht selten die Böschung am oberen Grabenrande bricht (Fig. 59) und größer wird, so müssen diejenigen Punkte auf dem Gelände aufgesucht und verpflockt werden, wo die Böschungslinie endigend auf

jenes ausläuft (Auslaufpunkte), bis zu welchen dann auch die anliegende Fläche zum Straßenareale gezogen werden muß. Wir wollen ein Beispiel betrachten, in welchem obige beide Fälle vorkommen.

Es sei, Fig. 62, mn der Zug des Geländes nach der Breiterichtung der Straße, c der Axenpunkt (Stationspunkt des Längenprofiles), a und b die für das Planum der Straße einschließlich der oberen Grabenbreite an der Bergseite bestimmten Punkte, so muß zur Herstellung dieses Planums und der Böschungen offenbar auf der linken (Berg-) Seite ab- und auf der rechten (Thal-) Seite aufgetragen werden. Es handelt sich nun darum, die Punkte e auf dem Gelände zu bestimmen, wo die von a und b ausgehenden Böschungslinien das letztere treffen. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, daß a vor der Hand noch unzugänglich, dagegen der ihm entsprechende Punkt a' auf dem Gelände verpflockt ist; anderseits ist der Punkt b an der noch nicht aufgetragenen Thalseite, seiner Höhe nach blos durch die Kopffläche eines in dem ihm entsprechenden Punkte b' des Geländes lothrecht eingeschlagenen Pfahles b'b bezeichnet. Die Bestimmung der Punkte a' und b' gehört in den folgenden Paragraphen über die Absteckung der Straßenbreite.

Figur 62.



Gesetzt nun, die von b auslaufende Böschung solle eine $^4/_5$fache werden, so stelle man in b' eine Meßlatte lothrecht neben dem Pfahle b'b auf, messe des letzteren Höhe, lege an b' das durch die aufgestellte Setzwage horizontal gehaltene Richtscheit an, und zähle von b' aus an letzterem $^4/_5$ der Höhe b'b ab, also wenn z. B. b'b = 75 Centm. war, 60 Centm. Angenommen, b'd sei = 60 Centm., so stelle man am Punkte d des Richtscheites die Meßlatte lothrecht auf, und lasse an deren Fußpunkt d'

einen Pfahl so einschlagen, daß dessen Kopffläche in der Höhe von d liegt. Visirt man hierauf über die Kopfflächen b und d der Pfähle, so trifft diese Richtung das Gelände im Auslaufpunkte e der Böschungslinie und kann bezeichnet werden. Das Böschungsdreieck b e f ist ähnlich b d b daher:

b'd : bb' = fe : fb und da
b'd : bb' = 4 : 5, so ist auch
fe : fb = 4 : 5, mithin die abgesteckte Böschung die verlangte.

Etwas umständlicher ist die Bestimmung des Auslaufpunktes e der Bergböschung. Die Höhe aa' = cc' wurde bei Bestimmung des Punktes a' gefunden; wäre nun z. B. hier eine einfache Böschung abzumessen, so läßt man in a eine Meßlatte lothrecht aufstellen, rückt das durch die Setzwage horizontal gelegte Richtscheit an derselben so lange auf oder ab, bis eg = ag wird, und bestimmt so durch das mit seinem Ende auf dem Gelände aufliegende Richtscheit den Punkt e der Böschungslinie a e, wobei jedoch zu bemerken ist, daß man zu a'g immer cc' nach jeder Veränderung von eg addiren und durch Probiren so lange fortfahren muß, bis ge = a'g + cc' = ag wird.

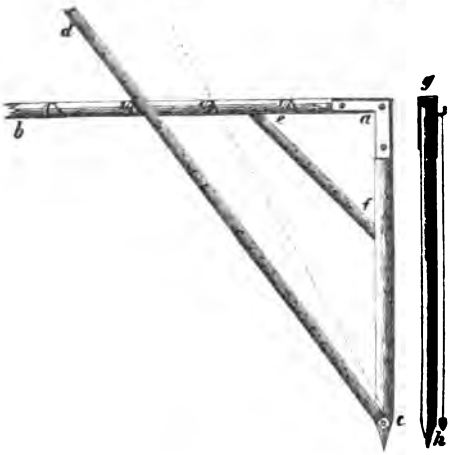
In vielen Fällen, namentlich wenn es sich nicht um ganz genaue Bestimmung des Punktes e handelt, wird es genügen, ohne Weiteres die doppelte Höhe cc' von a' aus auf dem Gelände abzumessen, wodurch die Böschung nahezu einfach wird, ein Verfahren, welches zwar nicht mathematisch genau, aber seiner Einfachheit halber zu empfehlen ist. Dabei kann nach Verhältniß ab- und zugegeben werden.

Auch könnte man in der horizontalen Richtung a'h einen Graben ausziehen lassen und a'h = cc' machen; der Punkt h wäre ein Punkt der Böschungslinie a e.

Will oder kann man die Punkte e auf obige Weise nicht bestimmen, so kann dies auch dadurch geschehen, daß man in das Querprofil die Böschungslinien einzeichnet, die sie bestimmenden Linien nach dem zu Grunde gelegten Maaßstabe genau abgreift und in die Natur überträgt.

Endlich kann man sich zu Herstellung nicht hoher Böschungen auch der s. g. Abdachungs- oder Böschungsmesser bedienen, welche man auf die Böschungsflächen öfter aufstellt, und erstere so lange ab- oder auftragen läßt, bis das Loth den verlangten Böschungswinkel anzeigt. Dazu eignet sich z. B. die Roth'sche Bergwage und namentlich das Böschungsloth, Fig. 63. Letzteres besteht aus zwei rechtwinkelig verbundenen Lattenstücken a b und a c, von denen letzteres, mit einem eisernen

Figur 63. Figur 64.



Schuhe an seinem unteren Ende versehen, mittelst eines auf der Nebenseite befindlichen Lothes, Fig. 64, vertikal in den Boden gestellt werden kann, während a b horizontal liegt; a c gibt die Höhe, a b die Ausladung an. Es ist nun a b für verschiedene Böschungen, z. B. 1/4, 2/4, 3/4, 1/1 so eingetheilt, daß von der Länge a c 1/4, 1/2, 3/4 und die ganze a c von a aus abgemessen und bezeichnet sind. Ein drittes Lattenstück c d ist als Hypotenuse um eine Schraube c an der horizontalen Latte a b verschiebbar, und kann sonach auf die verschiedenen Zeichen der letzteren eingestellt werden, so daß d c z. B. in unserer Figur eine 3/4fache Böschung angibt. Der Gebrauch dieses Werkzeuges zum Abtragen und Anschütten der Böschungen ist hiernach ersichtlich.

Das Abstecken der Böschungen kann entweder gleichzeitig mit dem Abstecken der Straßenbreite vorgenommen, oder es mag erst nach Zeichnung der Querprofile die Herstellung derselben bei den Erdarbeiten ausgeführt werden *).

§. 71.

Abstekung der Straßenbreite, Nivellements und Zeichnung der Querprofile.

Die Absteckung der Straßenbreite erfolgt, nachdem die Längenrichtung definitiv bestimmt und verpflockt ist, und wird rechtwinkelig zur Längenaxe, am besten mittelst des Winkelspiegels, vorgenommen. Auf ebenem Gelände oder gleichmäßig abgedachten Bergflächen werden in der Regel die Hälfte der Fahrbahn, die Breite der Fußbänke, der Seitengräben

*) Die Herstellung der Straßengräben und Böschungen als praktischer Theil würde eigentlich zu den Bauarbeiten nach unserer Eintheilung gehören müssen, wurde aber in den letzten §§. bei den Vorarbeiten vollständig abgehandelt, um eine Zersplitterung des Gegenstandes zu vermeiden, indem der mathematische Theil desselben hier zur Sprache kommen mußte.

und die Böschungen in horizontaler Richtung von der Axe aus nach beiden Seiten abgemessen und die Grenzpunkte der einzelnen Straßentheile durch Pflöcke festgehalten. Nur bei örtlichen Hindernissen oder an steilen Hängen mit sehr wechselnder Bodenoberfläche muß manchmal bloß $^1/_3$ der Straßenbreite von der Axe aus gegen den Berg, und $^2/_3$ gegen den Abhang hin, oder umgekehrt genommen werden, je nachdem Abtrag und Anschüttung sich ausgleichen.

Das Abmessen der Straßenbreite auf ebenem Gelände ist augenscheinlich eine höchst einfache, mit jeder Meßlatte leicht auszuführende Arbeit, schwieriger dagegen auf gebirgigen Flächen, weil hier ein besonderes Nivellement für die Breiterichtung nothwendig wird, um die Querprofile darnach zu zeichnen, welches man am besten mit dem Abstecken der Breite gleichzeitig vornimmt. Zu diesem Geschäfte benutzt man an sehr steilen Hängen mit Vortheil die §. 26 beschriebene Setzwage nebst Richtscheit und Meßlatte, indem man das Richtscheit horizontal in die abgesteckte Breiterichtung legt, von seinem in der Axe liegenden Anfangspunkte aus etwa in Entfernungen von je 1 Meter eine Nivellirlatte lothrecht auf das Gelände stellt, an dieser die Höhenunterschiede zwischen den entsprechenden Punkten des Bodens und des Richtscheites abliest und aufzeichnet und in gleicher Weise auf der anderen Seite verfährt. Uebrigens können, namentlich an flachen Abhängen, auch die Canalwage oder das Instrument mit Libelle dazu verwendet werden, mit welchen man sich an einem geeigneten Punkte aufstellt, und gleich aus ein und derselben Horizontalebene für die ganze Straßenbreite, die Höhenabstände zwischen ersterer und den in Distanzen von je 1 Meter bestimmten Punkten des Geländes, an lothrecht in letzteren aufgestellten Nivellirlatten abliest und vormerkt. So sind in Tabelle A, S. 137, diese Ergebnisse für die Fig. 65 gezeichneten Querprofile der willkürlich gewählten Stationspunkte 14 und 14a aufgenommen. Die Linien tt bezeichnen die Richtung des Horizontes und es ist ersichtlich, daß beim Stationspunkte 14 für jede Hälfte der Straße ein anderer, bei 14a dagegen ein gemeinsamer Horizont für die ganze Breite hergestellt worden war. Auf den Zeilen 1 enthält Tabelle A die Resultate der Nivellements und in der Rubrik „Bemerkungen" die Dimensionen für die einzelnen Straßentheile.

Obgleich in vielen Fällen die Aufnahme der Nivellements und die Zeichnung der Querprofile nicht mit der Ausführlichkeit zu behandeln ist, wie dies in Tabelle A und Fig. 65 geschehen, so hielt man doch eine

solch' detaillirte Aufnahme und Zeichnung zur Erklärung und Versinnlichung für zweckdienlich.

Vor Allem ist aus der Zeichnung erkennbar, wie aus den Resultaten des Nivellements die Linie des Geländes nach der abgesteckten Breiterichtung construirt werden kann.

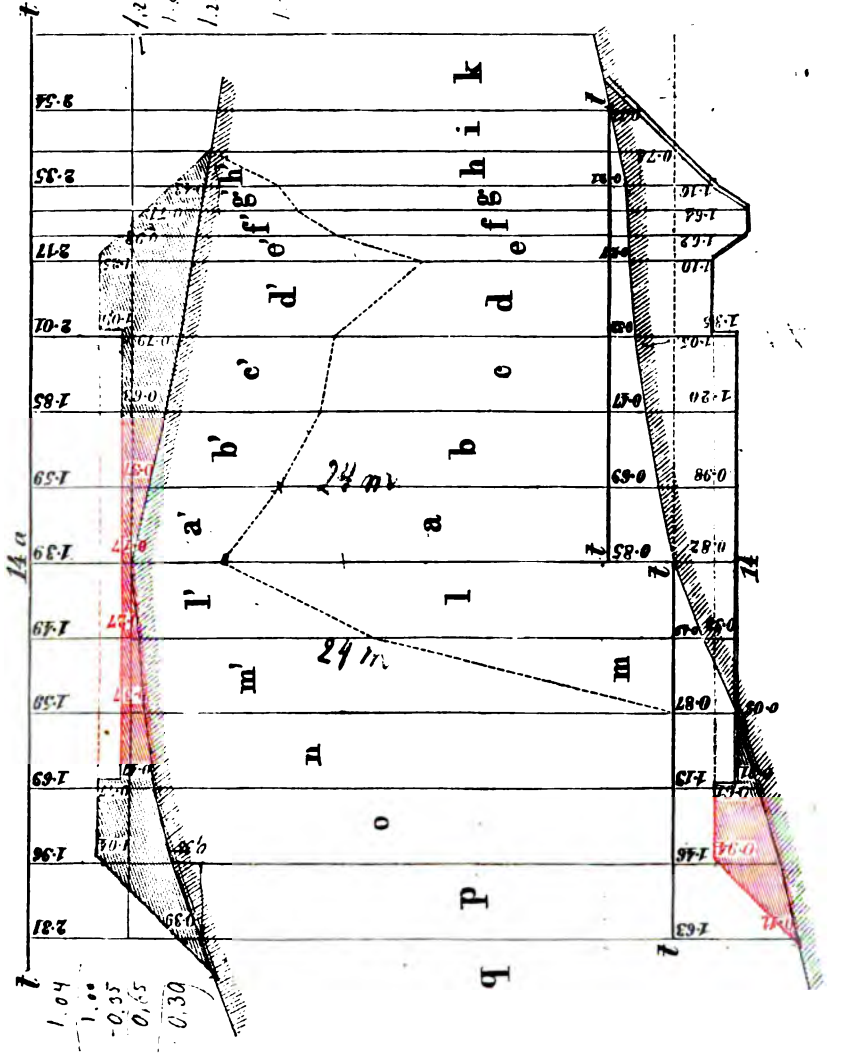
Man zieht nämlich für 14a die Linie tt als scheinbaren Horizont, nimmt auf dieser von einem als Axen- (Null-) Punkte angenommenen Anfangspunkte nach beiden Seiten Abstände von je 1 Meter, errichtet in den zugehörigen Punkten abwärts Ordinaten, und trägt auf diese die in Tabelle A auf Zeile 1 für 14a verzeichneten Nivellements-Ergebnisse auf. Durch Verbindung der Endpunkte dieser Ordinaten entsteht die schraffirte Linie des Geländes. Da die Entfernung der beiden Stationspunkte 14 und 14a = 24 Meter ist, so wurde die durch den Nullpunkt des Geländes bei 14a gehende Ordinate verlängert und von jenem aus 24 Meter auf letzterer rückwärts aufgetragen, wodurch sich in deren Ende der Nullpunkt auf dem Gelände für 14 ergibt. Durch letzteren legt man für die linke Straßenbreite die Horizontale tt, theilt vom Nullpunkte Abstände von je 1 Meter ab, errichtet in den Theilpunkten abwärts Ordinaten, auf welche die für Station 14 auf der linken Seite von Zeile 1 in Tabelle A befindlichen Maaßzahlen aufgetragen und die Endpunkte der Ordinaten zusammengezogen werden, wodurch die Linie des Geländes für die linke Seite des Profiles 14 entsteht. Für die rechte Seite lag der Horizont um 0,85 Meter höher, weshalb dieses Maaß im Axenpunkte aufwärts getragen und durch dessen Endpunkt die Horizontale tt gelegt wird. Nimmt man auf letzterer Entfernungen von je 1 Meter ab, construirt in den Theilpunkten wieder Ordinaten, auf welche man die Maaßzahlen in der Tabelle A, Zeile 1 für Station 14 aufträgt und deren Endpunkte verbindet, so stellt sich die Linie des Geländes für die rechte Seite dar.

Ebenso gut hätte man die Zeichnung vom Profile 14 aus beginnen können.

In Bezug auf die Querprofile sind folgende Hauptpunkte zu berücksichtigen:

1) Die Zahl der aufzunehmenden Querprofile, deren Entfernung zwischen 30 — 100 Meter wechseln mag, richtet sich nach der Form der Bodenoberfläche; je mehr sich die letztere verändert, desto mehr Querprofile, und zwar an den Stellen der grellsten Veränderung, sind nothwendig. Sie sollen in der Regel in allen für das Längenprofil bestimmten Stationspunk-

Figur 65.



ten, wenn nothwendig auch in Zwischenpunkten, welche mit Buchstaben zu bezeichnen sind, aufgenommen werden*).

2) Die Querprofile sollen rechtwinkelig auf die Axe des Län-

*) Mit Recht empfiehlt Jodl beim Chausseebau eine gleiche Entfernung der Querprofile als zweckmäßig zur Förderung der Berechnung, obgleich die Einhaltung dieser Regel mitunter beim Baue von Waldstraßen zu umständlich werden dürfte.

Tabelle A.

Bemerkungen.	Zeile	Links bei 5 m	4 m	3 m	2 m	1 m	0 m	Rechts bei 0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	Bemerkungen.
		Meter						Meter							
		Stations-Punkt 14.													
Rothe Zahl + 0,52 m	1.	1,63	1,46	1,13	0,87	0,49	0,00	0,85	0,69	0,47	0,32	0,27	0,21	0,00	Grabendimensionen.
Einbettung = 0,30 m	2.	−1,63	−1,46	−1,13	−0,87	−0,49	0,00	0,00	+0,16	+0,38	+0,53	+0,58	+0,64	—	1 m obere } Weite
Fahrbahnbreite = 6 m	3		+0,52	+0,52 +0,82	+0,82	+0,82	+0,82	+0,82	+0,82	+0,82	−0,52 +0,82	+0,52	+0,52		0,33 m untere }
Fußbankbreite = 1 m															
Böschung = 1/1	4.		+0,94	−0,61 −0,31	+0,05	+0,33	+0,82	+0,82	+0,98	+1,20	+1,05 +1,37	+1,10	+1,16		0,50 m Tiefe.
		Stations-Punkt 14 a.													
Rothe Zahl − 0,47 m	1.	2,31	1,96	1,69	1,59	1,49	1,39	1,39	1,59	1,85	2,01	2,17	2,35	2,54	Böschung 1/1.
Böschung = 1/1	2.	−0,92	−0,57	−0,30	−0,20	−0,10	0,00	0,00	−0,20	−0,46	−0,62	−0,78	−0,96	−1,15	
	3.		0,17	0,17 −0,13	−0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17 0,17	0,17			
	4.		1,04	0,61	0,37	0,27	0,17	0,17	0,37	0,63	0,7 −1,02	1,25			

genprofiles gestellt, nach einem großen Maaßstabe ($^1/_{100}$ bis $^1/_{250}$) und nicht verzerrt gezeichnet, d. h. Abscissen und Ordinaten nach dem nämlichen Maaßstabe aufgetragen werden.

3) Alles, was in der Natur rechts von der Axe liegt, soll sowohl in der Tabelle des Nivellements, als in der graphischen Darstellung der Querprofile auf die rechte Seite kommen, was links liegt, auf die linke Seite.

4) Auch in den Querprofilen ist Auf- und Abtrag wie bei dem Längenprofile zu coloriren, und die Linie des Geländes von jener des Projectes zu unterscheiden; ebenso kann die Linie des Horizontes blau gezogen werden.

5) Häufig zeichnet man, wenn es der Raum des Papieres gestattet, die Querprofile an die beliebig verlängerten Ordinaten des Längenprofiles oder auch auf ein besonderes Blatt. Zu ersterem Zwecke zieht man am besten unter dem Längenprofile eine zweite Horizontale, parallel jener des Längenprofiles, verlängert bis zu dieser die Ordinaten, und zeichnet von den Durchschnittspunkten der letzteren mit der zweiten Horizontalen als Axenpunkten aus, die Querprofile nach beiden Seiten.

Nimmt man an, daß in den Stationspunkten 14 und 14a weder Auf- noch Abtrag zu erfolgen hätte, so wird man die Projectlinie, welche die Lage der fertigen Straße angibt, erhalten, wenn man durch die Punkte 14 und 14a der Oberfläche des Geländes horizontale Richtungen zieht, auf diese die einzelnen Theile der Straßenbreite trägt, und die Gräben und Böschungen in den zu Grunde gelegten Dimensionen anzeichnet.

Diese Projectlinie würde für unser Beispiel auf den ersten Blick zu erkennen geben, daß der Entwurf der Straße theilweise über, theilweise unter der Bodenoberfläche gelegen ist. Man würde durch Subtraction der für die einzelnen Punkte eines Querprofiles aufgezeichneten Lattenhöhen von jener in der Straßenaxe gefundenen, die Beträge erhalten, um welche die einzelnen Punkte der Bodenoberfläche in den angenommenen Abständen von je 1 Meter, höher oder tiefer liegen, als die entsprechenden der Projectlinie, und zwar höher, wenn diese Differenzen positiv (+), tiefer, wenn sie negativ (—) ausfallen, wobei zur Herstellung des Projectes die Beträge mit + in den einzelnen Punkten als Abtrag, jene mit — als Auftrag erscheinen. Diese sämmtlichen Zahlen sind in Tabelle A auf Zeile 2 für jedes Profil, sowie auch in der Zeichnung, Fig. 65, ersichtlich. Ob nun in den Stationspunkten

(14 und 14a) das Project gerade auf den Boden, oder wie viel dasselbe über oder unter den Boden zu liegen komme (ob auf- oder abgetragen werden muß), ist aus dem definitiven Nivellement bekannt, und kann auf Grund desselben nunmehr das Project in das Querprofil des Geländes mit allen einzelnen Theilen eingezeichnet werden, was im Nachstehenden für den letzten Fall noch näher ausgeführt werden soll, wenn nämlich das Project in den Axenpunkten nicht mit der Bodenoberfläche zusammenfällt.

§. 72.

Rothe Zahlen.

Die senkrechten Abstände der einzelnen Punkte der Bodenoberfläche von den correspondirenden der Projectfläche nennt man rothe Zahlen, weil diese Zahlen sowohl in die Tabelle, als in die Zeichnung der Querprofile roth eingeschrieben werden. Man bezeichnet sie, wie schon im vorigen Paragraphen angedeutet, mit +, wenn sie im Abtrage, mit —, wenn sie im Auftrage liegen. Für die Stationspunkte in der Straßenaxe sind diese rothen Zahlen durch das definitive Nivellement bekannt, und waren im vorigen Paragraphen bei 14 und 14a als 0 angenommen worden, für welchen Fall die Zeilen 2 der Tabelle A die übrigen rothen Zahlen für die weiteren Punkte der Straßenbreite enthalten würden, so lange die Projectlinie horizontal läuft (also über die Fahrbahn, Fußbänke, obere Grabenweite) bis zum Beginne der Böschungen, von wo an die Projectlinie schief wird.

Diese rothen Zahlen verändern sich, wenn, wie in Tabelle A (Bemerkungen) ersichtlich ist, durch das definitive Nivellement bestimmt wurde, daß für Stationspunkt 14 die rothe Zahl in der Axe + 0,52 M. betrage, d. h. die Projectlinie der fertigen Straße um 0,52 M. tiefer liegen soll, als der betreffende Punkt des Geländes, also in letzterem 0,52 Meter abgetragen werden muß. Hieraus folgt, daß auch alle übrigen rothen Zahlen des Querprofiles um 0,52 M. sich verändern müssen, d. h. jene im Abtrage um 0,52 M. größer, die des Auftrages um ebensoviel kleiner werden. Trägt man nämlich in der Zeichnung vom Stationspunkte 14 des Geländes 0,52 M. abwärts und legt durch den Endpunkt dieses Maaßes die horizontale Projectlinie, so wird diese Arbeit graphisch ausgeführt sein, wie aus Fig. 65 ersichtlich ist, und um diese veränderten rothen Zahlen nun auch durch Rechnung zu erhalten, hätte man in Tabelle A auf beiden Seiten + 0,52 (Zeile 3)

zu addiren. Weiter aber ist in Tabelle A angegeben, daß die Einbettung 0,3 Meter betragen soll. Unter Einbettung aber versteht man den mit Steinen auszubauenden Theil der Fahrbahn, welcher zuvor auf 0,3 M. Tiefe ausgehoben oder bei Anschüttungen unausgefüllt bleiben muß (Einbettungsraum). Man sieht, daß hiedurch alle Punkte der Fahrbahnbreite noch um 0,3 M. tiefer, also im Ganzen um 0,82 tiefer zu liegen kommen, als der Axenpunkt des Geländes, und wir sonach genöthigt sind, die Projectlinie für die Fahrbahn noch um 0,3 tiefer zu rücken, als die übrigen Punkte der Straßenbreite. Wir müssen also, um die rothen Zahlen zu berechnen, zu den in Tabelle A auf der zweiten Zeile stehenden Differenzen für alle Punkte der Fahrbahn (also bei 0 m, 1 m, 2 m, 3 m rechts und links) statt + 0,52 nun + 0,82, für alle übrigen Punkte aber + 0,52 addiren, bei 3 m rechts links aber zwei Additionen vornehmen, nämlich einmal + 0,52, dann + 0,82, weil bei diesem Abstande von der Axe aus die Fahrbahn endet und die Fußbänke beginnen, deren Anfangspunkt um 0,3 m höher liegt, als der ihm entsprechende tiefste Punkt des Einbettungsraumes.

Die Addition der zweiten und dritten Zeile unserer Tabelle liefert sonach auf der vierten Zeile die richtigen rothen Zahlen unter den gestellten Bedingungen für Profil 14, welche in der Zeichnung roth eingeschrieben, sich rechts bis zum Ende der oberen Grabenweite bei 5 m, links bis zum Ende der Fußbank bei 4 m Abstand von der Axe erstrecken.

Die in der Zeichnung befindlichen rothen Zahlen + 1,62 und + 1,64 bei $4^1/_3$ m und $4^2/_3$ m Abstand von der Axe, ergeben sich dabei auf folgende Weise: Da bei 4 m Abstand rechts die Lattenhöhe 0,27 m, bei 5 m Abstand 0,21 m war, so erhebt sich das Gelände auf 1 m um 0,06 m, also auf $^1/_3$ m Horizontallänge um $\frac{0,06}{3} = 0,02$ m, folglich wird die rothe Zahl

bei $4^1/_3$ rechts = 1,10 + 0,02 + 0,50 (Grabentiefe) = + 1,62 m
„ $4^2/_3$ „ = 1,10 + 0,04 + 0,50 „ = + 1,64 m.

Für den Stationspunkt 14 a soll nach der Angabe die rothe Zahl — 0,47 m betragen, d. h. die Projectlinie um 0,47 m höher liegen, als der Axenpunkt des Geländes, also in letzterem 0,47 m aufgetragen werden, wodurch sämmtliche in Tabelle A stehenden rothen Zahlen des Profils 14 a, da sie alle im Auftrage liegen, um 0,47 m größer würden. Da jedoch auch hier wieder 0,3 Meter als Einbettung für die Fahrbahn ausgehoben werden müßten, so wird man diese Arbeit dadurch sparen, daß man für sämmtliche Punkte der Fahrbahnbreite nur 0,17 m,

in den übrigen dagegen — 0,47 m zu den auf Zeile 2 stehenden Differenzen addirt und wieder in jenen Punkten, wo die Fahrbahn endigt und die Fußbänke beginnen (bei 3 m rechts und links) doppelte Additionen macht, einmal — 0,17 m und dann 0,47 m. Die Addition der zweiten und dritten Zeile liefert sonach auf der vierten die für Profil 14a richtigen rothen Zahlen, und zwar rechts und links bis zum Abstande von 4 m, wo die Böschungen anfangen. Uebereinstimmend hiermit ist das Project in dieses Profil gezeichnet und die rothen Zahlen eingeschrieben.

§. 73.

Bestimmung der rothen Zahlen zwischen zwei geneigten Linien.

Seither handelte es sich in unserem Beispiele darum, die rothen Zahlen zu finden zwischen der geneigten Linie des Geländes und der horizontalen Projectlinie. Oft aber kommt der Fall vor, daß diese beiden Linien geneigt sind und man zwischen denselben

1) die rothen Zahlen an verschiedenen Stellen,
2) die Entfernung des Durchschnittspunktes dieser beiden Linien von einer bekannten rothen Zahl aus

berechnen soll, wenn das relative Steigen oder Fallen beider Linien bekannt ist. Wir unterscheiden dabei drei Hauptfälle, deren Beweis wir zuerst geben, und die praktische Anwendung für die Fälle unseres gewählten Beispieles dann folgen lassen werden.

Erster Fall.

Beide Linien, sowohl des Geländes als des Projectes steigen. Fig. 66.

Es sei CB die Linie des Geländes, deren relatives Steigen für 1 Meter Horizontallänge = n' Meter; AB sei jene des Projectes, deren relatives Steigen = n; die rothe Zahl CA = a sei bekannt, so berechnet sich die rothe Zahl xy oder a' in 1 Meter Entfernung von a auf folgende Weise:

$$a' = vz + xv - yz \text{ oder}$$
$$a' = a + n' - n \text{ und man erhält}$$

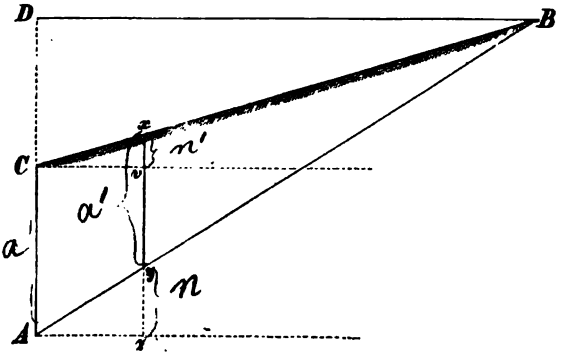
ad 1) für eine in jeder beliebigen Entfernung x von a liegende rothe Zahl die Formel:

$$a' = a + x\ (n' - n) \text{ oder in Worten:}$$

„man addire zu der bekannten rothen Zahl a das Product aus der Horizontalentfernung x in die Differenz der Zahlen für das relative Steigen (n' — n)", wobei aber stets die größere n

von der kleineren n' abzuziehen ist, um in der Differenz eine negative Größe zu erhalten, da die rothen Zahlen immer kleiner werden.

Figur 66.



ad 2) Um die horizontale Entfernung B D des Durchschnittspunktes B von a aus zu finden, bedenke man, daß im Punkte B die rothe Zahl $a' = o$ wird, also:

$$o = a + x\,(n' - n), \text{ woraus sich für}$$

$$x = \frac{a}{n - n'} \text{ ergibt, oder in Worten:}$$

man dividire mit der Differenz der Zahlen für das relative Steigen die bekannte rothe Zahl a, wobei jedoch die kleinere n' immer von der größeren n subtrahirt werden muß, um ein positives Resultat zu erhalten.

Zweiter Fall.

Beide Linien, sowohl des Geländes als des Projectes fallen.

Hier erhält man die betreffenden Formeln für a' und x, wenn man in die für den ersten Fall entwickelten Ausdrücke n' und n mit — einsetzt, d. h. das Fallen beider Linien als negatives Steigen betrachtet. Es wird also:

ad 1) $a' = a + x\,(n - n')$ und

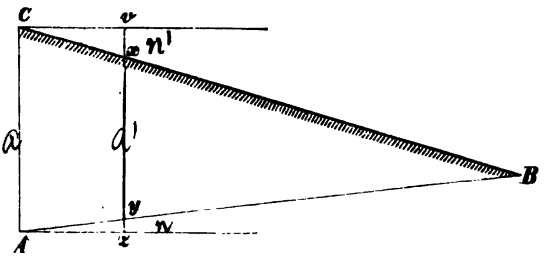
ad 2) $x = \frac{a}{n' - n}$.

Dritter Fall.

Wenn die eine Linie steigt, die andere fällt. Fig. 67.

Gesetzt, CB die Linie des Geländes falle um n', jene AB des Projectes steige n, so ergibt sich in 1 Meter Entfernung von a:

Figur 67.



$a' = v\xi - (vx + yz)$

$a' = a - (n' + n)$

und für eine um x von a entfernte rothe Zahl wird:

ad 1) $a' = a - x\,(n' + n)$ und

ad 2) $x = \frac{a}{n' + n}$,

welche Resultate man auch erhält, wenn man in die Formeln des ersten Falles n' mit — einsetzt.

§. 74.

Anwendung vorstehender Formeln zur Berechnung unseres Beispieles.

Im Querprofile 14 rechts in 5 m Abstand von der Axe war die Lattenhöhe des Nivellements = 0,21 m, dagegen in 6 m Abstand 0, mithin ist n' (das relative Steigen des Geländes für 1 m Horizontallänge) ebenfalls = 0,21, endlich ist a = + 1,16; hieraus berechnet sich nach der Formel des ersten Falles ad 1, nämlich

$$a' = a + x\,(n' - n)$$

die rothe Zahl in 6 m Abstand rechts aus

$a' = + 1{,}16 + (0{,}21 - 1) = + 0{,}37$ m (im Abtrage),

ferner erhält man für

$x = \frac{a}{n - n'} = \frac{+ 1{,}16}{1 - 0{,}21} = + 1{,}47$ m, d. h. von der bekannten rothen Zahl + 1,16 aus durchschneiden sich die Linien des Projectes und des Geländes in einer horizontalen Entfernung von 1,47 m rechts, oder von der rothen Zahl + 0,37 aus in einer Entfernung von 0,47 m, wie die Zeichnung ersichtlich macht.

Die rothe Zahl in 0,53 m horizontaler Entfernung von + 1,16 aus berechnet sich auf

$$a' = + 1{,}16 + 0{,}53\,(0{,}21 - 1) = + 0{,}74.$$

Für die linke Seite dieses Querprofiles kommt der zweite Fall zur Anwendung; hier ist in 4 m Abstand von der Axe $a = - 0{,}94$

$n' = 1{,}63 - 1{,}46 = 0{,}17$

n = 1 (Böschung 1/1)

und es wird die rothe Zahl in 5 m Abstand

$a' = a + x\,(n - n')$

$a' = - 0{,}94 + (1 - 0{,}17) = - 0{,}11$ (im Auftrage)

und für x nach der Formel

$$x = \frac{a}{n' - n} = \frac{-0{,}94}{0{,}17 - 1} = +1{,}13 \text{ m}$$, d. h. die beiden Linien des Projects und des Geländes durchschneiden sich in einer horizontalen Entfernung von 0,13 m von der rothen Zahl — 0,11 aus.

Auf ähnliche Weise berechnen sich die Resultate für das Profil 14a nach dem zweiten Falle.

Für dessen linke Seite ist in 4 m Abstand von der Axe

$a = -1{,}04$

$n = 2{,}31 - 1{,}96 = 0{,}35$

$n' = 1.$

Hiernach ist in 5 m Abstand die rothe Zahl

$a' = -1{,}04 + (1 - 0{,}35) = -0{,}39$ m (im Auftrage) und

$$x = \frac{-1{,}04}{0{,}35 - 1} = +1{,}60 \text{ m}$$, d. h. Project und Gelände schneiden sich in 0,60 m Horizontalabstand von der rothen Zahl — 0,39 aus.

Für die rechte Seite dieses Profiles ist bei 4 m Abstand

$a = -1{,}25$

$n' = 2{,}35 - 2{,}17 = 0{,}18$

$n = 1.$

Hieraus wird in $4^1/_3$ m Abstand $a' = -1{,}25 + \frac{1 - 0{,}18}{3} = -0{,}98$ (im Auftrage)

„ $4^2/_3$ „ „ $a' = -1{,}25 + \frac{2(1 - 0{,}18)}{3} = -0{,}71$ (im Auftrage)

„ 5 m „ $a' = -1{,}25 + (1 - 0{,}18) = -0{,}43$ (im Auftrage)

und $x = \frac{-1{,}25}{0{,}18 - 1} = +1{,}53$ m, d. h. beide Linien treffen sich in einem Abstande von 0,53 m von der rothen Zahl — 0,43 aus.

Hiermit wären die sämmtlichen in der Zeichnung ersichtlichen rothen Zahlen berechnet.

§. 75.

IV. Berechnung der zu bewegenden Massen und der Transportweite.

Auftrag (Anschüttung) nennt man die an irgend einer Stelle des Bodens künstlich aufgelegte, Abtrag (Abgrabung) dagegen eine

von dem natürlichen oder gewachsenen Boden entnommene Erdmasse. Zur Berechnung der Kosten für die Erdarbeiten ist natürlich, abgesehen von der Art der Erdmassen und ihrer Auflagerung, auch die Erforschung der Mengen des Auf- und Abtrages nothwendig, welche in der Regel zwischen je zwei benachbarten Querprofilen vorgenommen wird.

Was die Berechnung der zu bewegenden Erdmassen bei Straßenanlagen in der Ebene betrifft, so erstreckt sich dieselbe:

1) auf die auszuhebenden Straßengräben,
2) auf den herzustellenden Einbettungsraum.

Die Masse des Grabenauswurfes kann als ein Prisma betrachtet und berechnet werden, dessen Grundfläche das Trapez des Grabens, dessen Höhe aber die Länge des Grabens. Ebenso erscheint die behufs der Einbettung etwa auszuhebende Erdmasse als ein Prisma, dessen Grundfläche ein Rechteck (gebildet aus der Fahrbahnbreite und der in der Axe gemessenen Länge), dessen Höhe aber durch die Tiefe der Einbettung bestimmt ist. Die Summe beider Körper liefert die zu bewegende Erdmasse, welche, wenn nicht zum Ausgleichen der geringen Unebenheiten des Geländes, oder etwa vielleicht zu landwirthschaftlichen Zwecken, zum Höherlegen des ganzen Straßenkörpers, namentlich an feuchten Stellen verwendet werden kann. Bei Bestimmung der Länge der Gräben und jener der Fahrbahn kann von den etwa vorkommenden Curven Umgang genommen, und die Länge nach dem Laufe der Straßenaxe fortgemessen werden.

Schwieriger gestalten sich diese Berechnungen auf gebirgigem Gelände. Man gelangt dazu nach Einzeichnung des Projectes auf den verschiedenen Querprofilen durch nachfolgende Betrachtungen.

§. 76.

Durchgangs- oder Uebergangslinie.

Bleiben wir bei unserem Beispiele Fig. 65, so zeigen die angefertigten Querprofile 14 und 14a deutlich, daß der Entwurf theilweise über (auf der linken Seite des Profils 14 und dem ganzen Querprofile 14a), theilweise unter der Bodenoberfläche (auf der rechten Seite des Profiles 14) gelegen ist. Es ist somit klar, daß die Projectlinie, nachdem sie sich bei 14 rechts unter dem Boden befand, dagegen bei 14a über demselben liegt, zwischen den beiden Querprofilen die Oberfläche des Geländes in einer Linie durchschneiden muß, welche man Durchgangs-

oder Uebergangslinie nennt und die nächster Gegenstand der Berechnung und Construction ist.

Zu diesem Ende, und überhaupt, um die Körper der Abgrabungen und Anschüttungen deutlicher zu machen und genauer berechnen zu können, legt man durch alle Punkte des Nivellements, ferner durch alle ein- und ausspringenden Winkelpunkte des Entwurfes sowohl, als des Profiles, vertikale, zur Straßenaxe parallele Ebenen, welche in unserer Zeichnung durch die von einem Querprofile bis zum anderen parallel gezogenen schwarzen Linien*) dargestellt sind. Diejenigen Punkte nun, in welchen sich auf diesen Vertikalebenen die Linien des Projectes und des Geländes schneiden, um bezüglich ihrer Höhe zu wechseln, nennt man die Durchgangs- oder Uebergangspunkte, und die Verbindungslinie, durch welche die für die einzelnen Vertikalebenen berechneten und aufgetragenen Durchgangspunkte zusammengezogen werden, bildet annäherungsweise obige Uebergangslinie, welche der Wirklichkeit um so näher kommen muß, je mehr solcher Vertikalebenen bei den Abweichungen des Entwurfes und des Geländes angenommen, je mehr Durchgangspunkte also berechnet worden waren.

§. 77.

Berechnung der Durchgangspunkte.

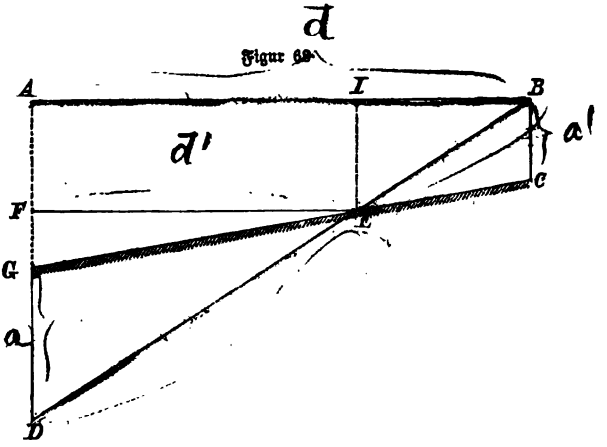
Es sei die rothe Zahl GD = a, Fig. 68, einer solchen Vertikalebene im Abtrage, ebenso auf dem correspondirenden Profile die rothe Zahl BC = a' im Auftrage, sammt der horizontalen Entfernung der beiden Profile AB = d gegeben, und es stellen GC und DB die gleichmäßig angenommenen Abdachungen der Linien des Geländes und des Entwurfes in der Vertikalebene vor, so wird man die horizontale Entfernung des Durchgangspunktes E von a aus, nämlich FE = d' leicht auf folgende (Fig. 68 S. 148) Weise finden:

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke GDE und BEC folgt:

$$GD : BC = DE : BE \text{ oder}$$
$$a : a' = DE : BE, \text{ daher auch}$$
$$a : (a + a') = DE : DB;$$

ferner ist aus den ähnlichen Dreiecken FDE und ADB

*) Diese Linien (beziehungsweise die Abstände der durch sie angedeuteten Vertikalebenen) waren es, welche zur Berechnung der rothen Zahlen 1,62, 1,64, 0,74 bei Profil 14 rechts, dann jener — 0,95, — 0,71 bei 14a rechts Veranlassung gegeben hatten.



Figur 59.

$$d' : d = DE : DB, \text{ woraus}$$
$$a(a + a') = d' : d, \text{ also}$$
$$d' = \frac{d \cdot a}{a + a'} \text{ folgt.}$$

Die horizontale Entfernung des Durchgangspunktes E von a' aus (dem anderen Profile), nämlich IB oder d'' ist nun offenbar

$$d'' = d - d' = d - \frac{d \cdot a}{a + a'} = \frac{d \cdot a'}{a + a'}.$$

Nach diesen Formeln stellt sich die Berechnung der Durchgangspunkte für unser Beispiel, aus den bekannten rothen Zahlen der Profile und der Entfernung der letzteren 24 Meter wie auf Anfang der folg. Seite folgt:

Hierzu noch folgende erläuternde Bemerkungen:

1) Die Berechnung der Entfernungen d' und d'' der Durchgangspunkte von beiden Profilen controlirt sich dadurch, daß die Addition der in Rubrik I. und II. enthaltenen zusammengehörigen Positionen immer die ganze Entfernung der Querprofile = 24 m. geben muß; so ist z. B.
   19,88 + 4,12 = 24,00 m.
   17,43 + 6,57 = 24,00 „ u. s. f.
2) Bei 3 m. rechts kommen in der Vertikalebene 2 Durchgangspunkte, also eine doppelte Berechnung vor, nämlich einmal für den unteren Punkt der Einbettung, dann für den um 0,3 m. höher liegenden Anfangspunkt der Fußbank.
3) Auf der Vertikalebene in 5,53 m. Entfernung rechts von der Axe würde sich der Durchgangspunkt berechnen: (siehe nach d. Tab. S. 149)

$$GD : BC = ED : EB$$

$$GD : (GD + BC) = ED : (ED + EB)$$

$$a : (a + a') = ED : DB$$

$$\triangle FED \sim ABD$$

$$FE : AB = ED : DB$$

$$d' : d = ED : DB$$

$$a : (a + a') = d' : d$$

$$d' = \frac{ad}{a + a'}$$

I.			II.	
Entfernung des Durchgangspunktes vom Profile 14 aus.	Formel zur Berechnung: $d' = \frac{d \cdot a}{a + a'}$	Abstand von der Axe	Formel zur Berechnung: $d'' = \frac{d \cdot a'}{a + a'}$	Entfernung des Durchgangspunktes vom Profile 14 aus.
19,88 m	$= \frac{24 \cdot 0,82}{0,82 + 0,17}$	0 m	$\frac{24 \cdot 0,17}{0,82 + 0,17} =$	4,12 m
17,43 m	$= \frac{24 \cdot 0,98}{0,98 + 0,37}$	1 m rechts	$\frac{24 \cdot 0,37}{0,98 + 0,37} =$	6,57 m
15,73 m	$= \frac{24 \cdot 1,20}{1,20 + 0,63}$	2 m „	$\frac{24 \cdot 0,63}{1,20 + 0,63} =$	8,27 m
15,14 m	$= \frac{24 \cdot 1,35}{1,35 + 0,79}$	3 m „	$\frac{24 \cdot 0,79}{1,35 + 0,79} =$	8,86 m
11,78 m	$= \frac{24 \cdot 1,05}{1,05 + 1,09}$		$\frac{24 \cdot 1,09}{1,05 + 1,09} =$	12,22 m
11,23 m	$= \frac{24 \cdot 1,10}{1,10 + 1,25}$	4 m „	$\frac{24 \cdot 1,25}{1,10 + 1,25} =$	12,77 m
14,96 m	$= \frac{24 \cdot 1,62}{1,62 + 0,98}$	4,33 m „	$\frac{24 \cdot 0,98}{1,62 + 0,98} =$	9,04 m
16,74 m	$= \frac{24 \cdot 1,64}{1,64 + 0,71}$	4,66 m „	$\frac{24 \cdot 0,71}{1,64 + 0,71} =$	7,26 m
17,50 m	$= \frac{24 \cdot 1,16}{1,16 + 0,43}$	5 m „	$\frac{24 \cdot 0,43}{1,16 + 0,43} =$	6,50 m
13,21 m	$= \frac{24 \cdot 0,33}{0,33 + 0,27}$	1 m links	$\frac{24 \cdot 0,27}{0,33 + 0,27} =$	10,79

$$d' = \frac{24 \cdot 0,74}{0,74 + 0} = 24 \text{ m., d. h.}$$

hier kann kein Durchgangspunkt vorkommen, da in dieser Vertikalebene bei Profil 14a die Projectlinie auf dem Gelände ausläuft; ebenso bei 6 m. rechts.

4) Von einer Berechnung der Durchgangspunkte von 2 m. links an kann keine Rede sein, indem von hier an auf beiden Profilen das Project ganz über dem Gelände liegt.

5) Trägt man nach dem angenommenen Längenmaaßstabe diese berechneten Entfernungen der Durchgangspunkte von dem einen oder anderen Profile auf die durch die parallelen Linien bezeichneten Vertikalebenen von den zugehörigen Punkten des Projects aus auf und verbindet die neu erhaltenen Punkte mit einander, so ergibt

sich die in unserer Zeichnung punktirt angedeutete Uebergangslinie.

§. 78.

Berechnung der Körper des Auf- und Abtrages.

Die cubische Berechnung der durch die Vertikalebenen in Verbindung mit den Querprofilflächen und der Uebergangslinie entstandenen Körper kann nun auf verschiedene Weise ausgeführt werden, je nachdem größere oder geringere Genauigkeit gefordert wird. Wir wollen deshalb diese Berechnung nach zwei verschiedenen Methoden vornehmen.

Erste Methode.

Die parallel der Straßenaxe gelegenen, das Gelände nach der Längenrichtung durchschneidenden Vertikalebenen, zu welchen die beiden Querprofile rechtwinklig stehen, begränzen — und zwar immer je zwei benachbarte — Körper, deren Grundflächen auf beiden oder auf einem der Querprofile aufstehen und deren Höhen durch die Entfernungen der letzteren oder der Durchgangspunkte bestimmt sind.

Berechnet man, nachdem hierdurch die Anhaltspunkte gewonnen sind, die Cubikmassen dieser einzelnen, theils im Abtrage, theils im Auftrage gelegenen Körper, so wird man in deren Summe die gesammte zu bewegende Erdmasse des Auf- und Abtrags erhalten.

Der Körper a steht auf Profil 14 mit seiner Grundfläche, welche als Trapez erscheint, gebildet von den beiden parallelen rothen Zahlen 0,82 und 0,98 bei einer Höhe von 1 m. (dem Abstande der beiden Vertikal-Ebenen). Die Grundfläche beträgt also $\frac{0{,}82 + 0{,}98}{2} \times 1 = 0{,}90$ □ m.

Da in der zwischen den Uebergangspunkten gezogenen Durchgangslinie der Körper a in eine Kante ausläuft, so kann man ihn als ein halbes Prisma von der oben berechneten Grundfläche g und dem arithmetischen Mittel der Entfernungen der Uebergangspunkte $\frac{l + l'}{2}$ als Höhe oder Länge betrachten und demgemäß berechnen. Die Cubikmasse von a ist also $= g. \frac{^1/_2 (l + l')}{2} = g. \frac{l + l'}{4}$

$$0{,}90 \left\{ \frac{19{,}88 + 17{,}43}{4} \right\} = 8{,}397,$$ oder abgerundet 8,40 Cubik-Meter Abgrabung (da der Körper unter der Bodenoberfläche liegt und die rothen Zahlen + sind).

Diese Resultate sind für das halbe Prisma a und die ganz gleich zu berechnenden Körper a', b und b', c und c', d und d', e und e', f und f', g und g', h, i, l und l' und m' in der Tabelle B eingetragen und zwar als Abgrabung, wenn die rothen Zahlen +, als Anschüttung, wenn dieselben — sind.

Tabelle B.

Bezeichnung der Körper.		Der Grundfläche: Breite (Meter)	Höhe (Meter)	Inhalt (□ Meter)	Länge der Körper (Meter)	Cubikmasse der: Abgrabung + (Cubikmeter.)	Anschüttung — (Cubikmeter.)	Bemerkungen.
Halbes Prisma	a	1,00	0,90	0,90	9,33	8,40	—	
" "	a'	1,00	0,27	0,27	2,67	—	0,72	
" "	b	1,00	1,09	1,09	8,29	9,04	—	
" "	b'	1,00	0,50	0,50	3,71	—	1,85	
" "	c	1,00	1,27	1,27	7,71	9,79	—	
" "	c'	1,00	0,71	0,71	4,28	—	3,04	
" "	d	1,00	1,07	1,07	5,75	6,15	—	
" "	d'	1,00	1,17	1,17	6,25	—	7,31	
" "	e	0,33	1,36	0,45	6,55	2,95	—	
" "	e'	0,33	1,11	0,37	5,45	—	2,01	
" "	f	0,33	1,63	0,54	7,93	4,28	—	
" "	f'	0,33	0,84	0,28	4,07	—	1,14	
" "	g	0,33	1,40	0,47	8,56	4,02	—	
" "	g'	0,33	0,57	0,19	3,44	—	0,65	
" "	h	0,53	0,95	0,50	10,37	5,18	—	
" "	i	0,47	0,56	0,26	12,00	3,12	—	
" "	l	1,00	0,57	0,57	8,27	4,71	—	
" "	l'	1,00	0,22	0,22	3,73	—	0,82	
" "	m'	1,00	0,32	0,32	8,70	—	2,78	
Pyramide	h'	0,53	0,21	0,11	2,17	—	0,24	
"	k	0,47	0,18	0,08	8,00	0,64	—	
"	m	1,00	0,16	0,16	4,40	0,70	—	
Prisma	n	1,00	0,29	0,29	24,00	—	6,96	
"	o	1,00	0,84	0,84	24,00	—	20,16	
"	p	1,00	0,62	0,62	24,00	—	14,88	
"	q	0,13 / 0,60	0,06 / 0,19	0,06	24,00	—	1,44	
				Summa		58,98	64,00	

Zur Erläuterung dieser Tabelle diene noch Folgendes:

In der ersten Zahlenrubrik befinden sich die Entfernungen der den betreffenden Körper begrenzenden Vertikalebenen als **Breite** der Grundfläche eingestellt, in der zweiten ist das arithmetische Mittel aus den parallelen rothen Zahlen als **Höhe** der Grundfläche eingetragen. Die Multiplication der in diesen beiden Columnen befindlichen Zahlen liefert den **Quadratinhalt** der Grundfläche in der dritten Rubrik. In der vierten befindet sich der berechnete Längenfactor, welcher durch Division des arithmetischen Mittels der Entfernungen der Uebergangspunkte mit zwei (wenn der Körper ein halbes Prisma ist) oder durch Division der Summe der Entfernungen der Uebergangspunkte mit 4 ermittelt worden ist. Die Multiplication der in der dritten und vierten Rubrik enthaltenen, zusammengehörigen Posten liefert in den Columnen 5 und 6 die **Massen der Abgrabung und Anschüttung** für den betreffenden Körper. Das halbe Prisma $a' = 1 \left\{\frac{0{,}17 + 0{,}37}{2}\right\}$ Grundfläche mal $\left\{\frac{4{,}12 + 6{,}57}{4}\right\}$ Länge = 0,72 Cub.-Meter Anschüttung, da die rothen Zahlen der Grundfläche — sind, der Körper a' **über** dem Gelände (im Auftrage) liegt.

Das halbe Prisma $b = 1 \left\{\frac{0{,}98 + 1{,}20}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{17{,}43 + 15{,}73}{4}\right\} =$
+ 9,04 Cub.-Meter.

„ „ „ $b' = 1 \left\{\frac{0{,}37 + 0{,}63}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{6{,}57 + 8{,}27}{4}\right\} =$
— 1,85 Cub.-Meter.

„ „ „ $c = 1 \left\{\frac{1{,}20 + 1{,}35}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{15{,}73 + 15{,}14}{4}\right\} =$
+ 9,79 Cub.-Meter.

„ „ „ $c' = 1 \left\{\frac{0{,}63 + 0{,}79}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{8{,}27 + 8{,}86}{4}\right\} =$
— 3,04 Cub.-Meter.

„ „ „ $d = 1 \left\{\frac{1{,}05 + 1{,}10}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{11{,}78 + 11{,}23}{4}\right\} =$
+ 6,15 Cub.-Meter.

„ „ „ $d' = 1 \left\{\frac{1{,}09 + 1{,}25}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{12{,}22 + 12{,}77}{4}\right\} =$
— 7,31 Cub.-Meter.

„ „ „ $e = {}^1/_3 \left\{\frac{1{,}10 + 1{,}62}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{11{,}23 + 14{,}96}{4}\right\} =$
+ 2,95 Cub.-Meter.

Das halbe Prisma $e' = {}^1/_3 \left\{\frac{1{,}25 + 0{,}98}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{12{,}77 + 9{,}04}{4}\right\} =$

$- 2{,}01$ Cub.-Meter.

„ „ „ $f = {}^1/_3 \left\{\frac{1{,}62 + 1{,}64}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{14{,}96 + 16{,}74}{4}\right\} =$

$+ 4{,}28$ Cub.-Meter.

„ „ „ $f' = {}^1/_3 \left\{\frac{0{,}98 + 0{,}71}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{9{,}04 + 7{,}26}{4}\right\} =$

$- 1{,}14$ Cub.-Meter.

„ „ „ $g = {}^1/_3 \left\{\frac{1{,}64 + 1{,}16}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{16{,}74 + 17{,}50}{4}\right\} =$

$+ 4{,}02$ Cub.-Meter.

„ „ „ $g' = {}^1/_3 \left\{\frac{0{,}71 + 0{,}43}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{7{,}26 + 6{,}50}{2}\right\} =$

$- 0{,}65$ Cub.-Meter.

„ „ „ $h = 0{,}53 \left\{\frac{1{,}16 + 0{,}74}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{17{,}50 + 24{,}00}{4}\right\} =$

$+ 5{,}18$ Cub.-Meter.

„ „ „ $i = 0{,}47 \left\{\frac{0{,}74 + 0{,}37}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{24{,}00 + 24{,}00}{4}\right\} =$

$+ 3{,}12$ Cub.-Meter.

„ „ „ $l = 1 \left\{\frac{0{,}82 + 0{,}33}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{19{,}88 + 13{,}21}{4}\right\} =$

$+ 4{,}71$ Cub.-Meter.

„ „ „ $l' = 1 \left\{\frac{0{,}17 + 0{,}27}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{4{,}12 + 10{,}79}{4}\right\} =$

$- 0{,}82$ Cub.-Meter.

„ „ „ $m' = 1 \left\{\frac{0{,}27 + 0{,}37}{2}\right\} \cdot \left\{\frac{10{,}79 + 24{,}00}{4}\right\} =$

$- 2{,}78$ Cub.-Meter.

Der Körper ist eine Pyramide, deren Grundfläche ein Dreieck von der Breite 0,53 m und der Höhe 0,43 m ist. Die Fläche desselben $= 0{,}53 \cdot \frac{0{,}43}{2} = 0{,}53 \cdot 0{,}21 = 0{,}11$ □m, welche Zahlen für die Grundfläche in Tabelle B eingestellt sind. Die ganze Höhe der Pyramide gleich der Entfernung des Durchgangspunktes in 5 m rechts für Profil 14 a ist 6,50 m. Der Inhalt ist $0{,}11 \cdot \frac{6{,}50}{3} = 0{,}11 \cdot 2{,}17$ $= - 0{,}24$ Cub.-Meter, welche Zahlen gleichfalls in Tabelle

B zu finden sind. Auf dieselbe Weise wurden die Körper k und m berechnet.

Die Pyramide $k = 0{,}47 \left\{\frac{0{,}37}{2}\right\} \cdot \frac{24}{3} = + 0{,}64$ Cub.-Meter.

„ „ $m = 1 \left\{\frac{0{,}33}{2}\right\} \cdot \frac{13{,}21}{2} = + 0{,}70$ Cub.-Meter.

wobei die rothe Zahl — 0,05 vernachlässigt wurde. Von 2 m links an kommen auf beiden correspondirenden Profilen blos Anschüttungen vor und jeder Körper kann hier als ein Prisma betrachtet werden, das auf jedem Profile eine Grundfläche und gleichen Inhalt mit einem regelmäßigen Prisma hat, dessen Grundfläche die mittlere Proportionalfläche ist, und welches die Entfernung der Profile zur Höhe hat. Sind die Grundflächen der Körper Trapeze, so erhält man für die Breite n und die vier rothen Zahlen a, b, c und d diese mittlere Proportionalfläche aus:

$$\frac{n\left\{\frac{a+b}{2}\right\} + n\left\{\frac{c+d}{2}\right\}}{2} = n\left\{\frac{a+b+c+d}{4}\right\}$$

Wäre die eine Grundfläche ein Dreieck, d. h. wäre eine rothe Zahl = 0, so wäre die mittlere Proportionalfläche $= n\left\{\frac{a+b+c+o}{4}\right\} = n\left\{\frac{a+b+c}{4}\right\}$ oder auch $= n\left\{\frac{a+c}{4}\right\}$, wenn beide Grundflächen Dreiecke von gleicher Breite, also die rothen Zahlen b und d beide Null sind.

Auf diese Weise sind die Körper n, o, p, berechnet. Für das Prisma n ist die mittlere Proportionalfläche $= 1\left\{\frac{0{,}31 + 0{,}37 + 0{,}47}{4}\right\}$, wobei — 0,05 vernachlässigt ist, = 0,29 □ m und die Cubikmasse ist 0,29 . 24,00 = — 6,96 Cub.-Meter (Anschüttung), wie diese Zahlen in Tabelle B eingestellt sind.

Das Prisma $o = 1\left\{\frac{0{,}61 + 0{,}94 + 0{,}77 + 1{,}04}{4}\right\} \cdot 24{,}00 =$

— 20,16 Cub.-Meter.

„ „ $p = 1\left\{\frac{0{,}94 + 0{,}11 + 1{,}04 + 0{,}39}{4}\right\} \cdot 24{,}00 =$

— 14,88 Cub.-Meter.

Für das Prisma q endlich sind die Grundflächen auf beiden Profilen Dreiecke von ungleicher Breite, aus welch' letzteren das Mittel genommen wurde, wonach man für die mittlere Proportionalfläche erhält:

$$\frac{\left\{\frac{0{,}13 \,.\, 0{,}11}{2}\right\} + \left\{\frac{0{,}60 \,.\, 0{,}39}{2}\right\}}{2}$$

$$= \frac{0{,}007 + 0{,}12}{2} = 0{,}06 \square \text{ m.}$$

Da die Länge des Prismas q = 24,00 m ist, so berechnet sich dessen Cubikinhalt zu 0,06 . 24 = — 1,44 Cub.-Meter. In unserem Beispiele berechnet sich demnach:

die Gesammtmasse des Abtrages auf + 58,98 Cub.-Meter.

„ „ „ Auftrages „ — 64,00 „ „

woraus hervorgeht, daß die zu bewegenden Erdmassen sich auf der Strecke zwischen den beiden Profilen 14 und 14a ziemlich ausgleichen werden, zumal da die Masse des Abtrages im Auftrage etwa 5 bis 7% Volumen mehr einnimmt, ein Umstand, der freilich durch das erfolgende Setzen des Erdkörpers großentheils wieder zu Verlust geht. Immer aber spricht das Resultat unserer Berechnung günstig für das Project.

§. 79.

Ersparung der Berechnung der Uebergangspunkte.

Bei geringeren Massen und weniger schwierigen Terrainverhältnissen kann man zur Ermittelung der zu bewegenden Erdmassen eine

zweite kürzere Methode

anwenden, wobei eine Berechnung der Durchgangspunkte unnöthig ist.

I. Wenn auf beiden correspondirenden Profilen nur Abgrabungen oder auch nur Anschüttungen vorkommen, so wird die Masse der Abgrabung + M, oder jene der Anschüttung — M, wie vorhin die Körper n, o, p, q berechnet, indem man die Masse gleich der eines regelmäßigen Prismas setzt, welches zur Höhe die Entfernung beider Querprofile, und als Grundfläche das arithmetische Mittel der Flächeninhalte beider Profile hat. Wenn also G und g die Flächen der letzteren sind und d der Abstand beider Profile ist, dann wird: + M oder — M gleich $\left\{\frac{G+g}{2}\right\}$. d, wobei durchaus nicht nothwendig ist, daß Abgrabungen und Anschüttungen dieselbe Breite auf beiden Profilen haben.

II. Wenn die Fläche G des einen Profiles ganz Abtrag, jene g des anderen ganz Auftrag wäre, so würde man den mittleren Ab-

stand der Durchgangslinie analog der Formel $d' = \frac{d \cdot a}{a+a'}$ (§. 77) so rechnen, daß man anstatt der rothen Zahlen a und a' die Flächen G und g in Rechnung brächte, wonach man für

$$d' = \frac{d \cdot G}{G+g} \text{ und für } d'' = \frac{d \cdot g}{G+g} \text{ erhielte,}$$

und woraus dann + M und — M als halbe Prismen berechnet werden, nämlich + M zu $G \cdot \frac{d'}{2}$ und — M zu $g \cdot \frac{d''}{2}$.

Alle vorkommenden Fälle wird man auf vorstehende zwei zurückführen können, wenn man durch jene Punkte der Profile parallele Vertikalebenen mit der Axe legt, wo Abgrabung in Anschüttung übergeht.

Für unsere Querprofile ist diese Berechnung in Tabelle C zusammengestellt: (S. folg. S.)

Beim Profile 14 kommen auf der ganzen rechten Seite und links bis zu 2 m Abstand von der Axe nur Abgrabungen, auf 14a dagegen nur Anschüttungen vor.

Die Grundflächen ersterer summiren sich in der Tabelle C auf 7,36 □m (G)

" " letzterer auf 4,32 □m (g);

hieraus erhält man für

$$d' = \frac{24 \cdot 7{,}36}{7{,}36 + 4{,}32} = 15{,}36 \text{ m}$$

$$d'' = \frac{24 \cdot 4.32}{7{,}36 + 4{,}32} = 8{,}64 \text{ m}$$

als die betreffenden Längen der halben Prismen, deren Hälften 7,68 und 4,32 als Längenfactoren in der Tabelle C eingestellt sind.

Für den Rest, von 2 m links an, kommen auf beiden Profilen nur Anschüttungen vor, daher gibt das Mittel der beiderseitigen Flächen multiplicirt mit der Entfernung der beiden Profile das gesuchte Resultat.

Hiernach haben wir bei dieser Methode bloß drei Körper zu berechnen:

1) Das halbe Prisma der Abgrabung
   auf Profil 14 stehend, . = 7,36 . 7,68 = + 56,51 Cub.m
2) Das halbe Prisma der Anschüttung
   auf Profil 14a stehend, . = 4,14 . 4,32 = — 17,88 "
3) Das ganze Prisma der Anschüttung von
   2 m links an auf beiden Profilen stehend
   = 1,81 . 24,00 = — 43,44 "

Tabelle C.

Grundflächen der Körper		Der Grundfläche: Breite	Höhe	Quadrat-Maas	Länge der Körper	Cubikmasse der: Abgrabung +	Anschüttung —	Bemerkungen.
		Meter		□ m.	Meter	Cubikmeter		
Trapez	a	1,00	0,90	0,90				
„	b	1,00	1,09	1,09				
„	c	1,00	1,27	1,27				
„	d	1,00	1,07	1,07				
„	e	0,33	1,36	0,45				
„	f	0,33	1,63	0,54				
„	g	0,33	1,40	0,47				
„	h	0,53	0,95	0,50				
„	i	0,47	0,55	0,26				
„	l	1,00	0,57	0,57				
Dreieck	k	0,47	0,18	0,08				
„	m	1,00	0,16	0,16				
Profilfläche der Abgrabung				7,36	7,68	56,51	—	
Trapez	a′	1,00	0,27	0,27				
„	b′	1,00	0,50	0,50				
„	c′	1,00	0,71	0,71				
„	d′	1,00	1,17	1,17				
„	e′	0,33	1,11	0,37				
„	f′	0,33	0,84	0,28				
„	g′	0,33	0,57	0,19				
„	l′	1,00	0,22	0,22				
„	m′	1,00	0,32	0,32				
Dreieck	h′	0,53	0,21	0,11				
Profilfläche der Anschüttung				4,14	4,32		17,88	
Trapez	n	1,00	0,29	0,29				
„	o	1,00	0,84	0,84				
„	p	1,00	0,62	0,62				
Dreieck	q	0,13 0,60	0,06 0,19	0,06				
				1,81	24,00		43,44	
					Summe	56,51	61,32	

Als Ergebniß liefert also

das 2. Verfahren 56,51 C.-m. Abgrabung 61,32 C.-m. Anschüttung
dagegen ergab die erste Methode 58,98 „ 64,00 „

die zweite Methode also weniger 2,47 „ 2,68 „
oder 4,20% „ 4,18%;

woraus zur Genüge hervorgehen mag, daß, wenn es sich nicht um sehr genaue Berechnung handelt, die zweite Methode weit schneller und

leichter ist, dabei immerhin genügende Resultate liefert und für unsere Zwecke der ersten Methode vorzuziehen sein dürfte.

§. 80.

Berechnung der Abgrabungen und Anschüttungen in den Krümmungen (Curven).

Man verfährt hier ganz auf dieselbe Weise, wie bei den geraden Strecken, nur theilt man die Abgrabungen und Anschüttungen nicht durch vertikale Ebenen, sondern durch cylindrische Flächen, erzeugt durch eine sich bewegende Senkrechte, die sich während ihrer Bewegung auf mit der Straßenaxe concentrisch laufende Curven stützt. Auf diesen Leitelinien werden die Abstände der Profile gemessen, welch' letztere in solchen Fällen am besten in der Mitte der Curve aufgenommen werden.

§. 81.

Bestimmung der Transportweite.

Nachdem nunmehr die behufs Herstellung des Projectes zwischen je zwei benachbarten Querprofilen zu bewegende Erdmasse berechnet, und die betreffenden, auf den einzelnen Querprofilen stehenden Auf- und Abtragsflächen leicht durch Zusammenstellung ermittelt werden können, bleibt jetzt noch übrig, auf zweckmäßige Vertheilung des Abtrages zur Herstellung der Anschüttungen Rücksicht zu nehmen, und die Transportentfernung des Materiales auf die kleinste zurück zu führen, weil dadurch die Kosten für den Erdbau wesentlich gemindert werden.

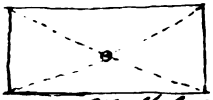
In Bezug auf die Vertheilung des Materiales sind vor Allem folgende Hauptgrundsätze festzuhalten:

1) Die Ausgleichung auf der kürzesten Strecke, wo möglich immer zwischen je zwei benachbarten Querprofilen vorzunehmen;
2) Den Transport des Abtrages wo möglich immer bergab zu lenken;
3) Bei großer Transportentfernung, namentlich wenn der Abtrag bergauf zu verbringen wäre, ist es oft besser, denselben nicht zu verwenden, sondern seitlich aufzulegen und in der Nähe der vorzunehmenden Anschüttung die nothwendige Füllerde zu entnehmen.

Was die Bestimmung der Transportentfernung betrifft, auf welche das Material des Abtrages zu verbringen ist, so wird in der Regel bei Waldwegbauten von geringem Belange hiervon gänzlich Umgang

Der Schwerpunkt eines Dreiecks ist der Durchschnittspunkt derjenigen Geraden, die von den Ecken nach den Halbierungspunkten der Seiten gezogen sind.

Der Schwerpunkt eines Parallelogramms ist der Schnittpunkt der Diagonalen.



Der Schwerpunkt eines Fünfecks ist der Mittelpunkt der Geraden, welche die Schwerpunkte der Dreiecke, die die dreifache Schwerlinie ist der Mittelpunkt derjenigen Geraden, welche die Ecken mit den Schwerpunkten der gegenüberliegenden Vierecke verbindet.

genommen und die Preisansätze unter Würdigung der Gesammtverhältnisse ausgeworfen werden können, zumal wenn der Transport nur auf kurze Strecken stattfindet, und die zu bewegende Erdmasse nicht groß ist.

Soll übrigens unter schwierigen Verhältnissen die Transportweite wenigstens annähernd bestimmt werden, so kann hierzu ein zweifacher Weg eingeschlagen werden, nämlich:

1) Dieselbe wird nach der Schätzung der Entfernungen der Schwerpunkte der Ab- und Auftragsmassen aus dem Längenprofile entnommen, was in der Regel für unsere Zwecke genügen möchte, oder es wird
2) wenn genauer zu Werke gegangen werden soll, die s. g. graphische Bestimmung nach den Ab- und Auftragsflächen gewählt.

Zu 1. Gesetzt man habe beispielsweise berechnet:

zwischen Querprofil 1 und 2 seien herzustellen 10 Cub.-Meter Abtrag und 6 Cub.-Meter Auftrag,
„ „ 2 „ 3 „ „ 11 Cub.-Meter Abtrag und 5 Cub.-Meter Auftrag,
„ „ 3 „ 4 „ „ 4 Cub.-Meter Abtrag und 12 Cub.-Meter Auftrag,

so erhält man folgende Resultate:

zwischen den Querprofilen 1 und 2 bleibt Abtrag übrig 10 — 6 = 4 Cub.-Meter
„ „ „ 2 „ 3 „ „ „ 11 — 5 = 6 Cub.-Meter
„ „ „ 3 „ 4 ist Anschüttung herbeizuschaffen 12 — 4 = 8 Cub.-Meter.

Zu dieser Anschüttung zwischen 3 und 4 können verwendet werden:

a. Der Ueberschuß zwischen 2 und 3 mit 6 Cub.-Meter.
b. Von dem Ueberschuß zwischen 1 und 2 2 „
8 Cub.-Meter.

Um nun die mittlere Transportweite für die Verbringung von 6 und 2 Cub.-Meter annähernd zu bestimmen, werden die Schwerpunkte der Abtragsmassen zwischen den Profilen 2 und 3, sowie jener der Auftragsmasse zwischen 3 und 4 in dem Längenprofile nach dem Augenmaaße angenommen, deren auf die Horizontale projicirte Abstände gemessen, d. h. abgegriffen, und in dem zu Grund gelegten Maaßstabe ausgedrückt, das gesuchte Resultat liefern.

Zu 2. Genauer ist das folgende graphische Verfahren: Gesetzt man habe durch Zusammenstellung gefunden:

Im Querprofile:	betrage die Fläche des		Bemerkungen.
	Abtrages	Auftrages	
	□ Meter		
1	3,82	2,76	Die Entfernung der Profile 1—2 betrage 23 m
2	4,76	3,26	„ „ „ „ 2—3 „ 18 „
3	4,20	2,30	„ „ „ „ 3—4 „ 22,5 „
4	—	7,16	Die der Abtragsfläche 4,20 im Profile 3 correspondirende (gegenüberliegende) Auftragsfläche im Profil 4 betrage 1,90 □m (schon in 7,16 enthalten).

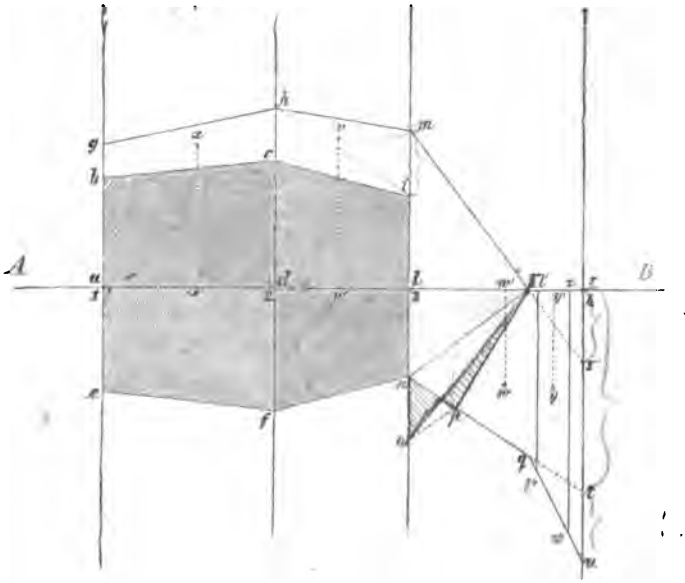
so entwerfe man die Zeichnung Fig. 69.

Man ziehe eine Horizontale AB, trage nach einem großen Maaßstabe, (etwa $^1/_{1000}$) auf diese die Entfernungen der Profile, nämlich 23 m, 18 m, 22,5 m und bestimme dadurch die Punkte 1, 2, 3 und 4. In allen diesen Punkten errichte man Normale, sowohl auf- als abwärts, trage etwa im Maaßstabe $^1/_{200}$ auf die aufwärts gehenden Normalen in den betreffenden Punkten den Flächeninhalten des Abtrages, ebenso auf die abwärts gehenden den Flächenzahlen des Auftrages proportionale Längen auf, also

ag = 3,82 m, ae = 2,76 m
dh = 4,76 m, df = 3,26 m
lm = 4,20 m, ln = 2,30 m entsprechend, und verbinde die betreffenden Punkte, so stellt
die Fläche des Trapezes aghd die Cubikmasse des Abtrages } zwischen den
„ „ „ „ acfd „ „ „ Auftrages } Profilen 1 u. 2
ebenso
die Fläche des Trapezes hdlm „ „ „ Abtrages } zwischen den
„ „ „ „ dfnl „ „ „ Auftrages } Profilen 2 u. 3.
dar.

Da zwischen den Profilen 3 und 4 der Abtrag in Anschüttung übergeht, so muß vor Allem der Durchschnittspunkt k bestimmt werden, wo dieser Wechsel stattfindet. Zu diesem Ende trage man die der Abtragsfläche lm im Profile 3 (4,20 m) correspondirende (gegenüberliegende) Auftragsfläche in dem Profile 4, nämlich 1,90 m als rs abwärts und ziehe ms, wodurch Punkt k erhalten wird und das Dreieck mlk die Abtragsmasse zwischen den Profilen 3 und 4 darstellt, während

Figur 69.



das Dreieck rsk die diesem Abtrage entsprechende Masse der Anschüttung zwischen den genannten Profilen vorstellt. Den übrigen Theil der Anschüttung zwischen 3 und 4 erhält man in dem Trapeze lrtn, indem man von r aus den übrigen Theil der Anschüttungsfläche im Profile 4, also 7,16 — 1,90 — 5,26 m als rt abwärts trägt und die Punkte n und t verbindet. Legt man nun das Dreieck rks als qtu herunter, so wird das Vieleck lrtuqn die Gesammtmasse des Auftrages zwischen den Profilen 3 und 4 darstellen.

Nun lege man, um die Ausgleichung des Auf- und Abtrages zwischen je zwei benachbarten Profilen vorzunehmen, die kleineren Flächen auf die größeren um die Linie des Längenprofiles als Axe, also hier zwischen den Profilen 1 und 2, dann zwischen 2 und 3 die Trapeze des Auftrages hinauf auf jene des Abtrages, berücksichtige aber dabei den Umstand, daß man etwa 5 % Abtragsmasse weniger braucht, um die Auftragsmasse anzuschütten, weil die Masse des Abtrages und der Anschüttung, selbst nachdem sich der Erdbau gesetzt hat und comprimirt wurde, immer noch 5 % Raum mehr einnimmt. Man wird also:

$$\left.\begin{aligned} ab &= ae - 5\,\% = 2{,}62\text{ m} \\ dc &= df - 5\,\% = 3{,}10\text{ „} \\ li &= ln - 5\,\% = 2{,}19\text{ „} \end{aligned}\right\}\text{ lang nehmen müssen,}$$

und erlangt durch die Verbindung der correspondirenden Punkte eine Uebersicht über die zur Verwendung in anderen Profilen verfügbare Restmasse des Abtrages, indem die schraffirten Flächen ober- und unterhalb der Horizontalen AB sich ausgleichen und zwischen den Profilen 1 und 2 das Trapez bghc und zwischen jenen 2 und 3 das Trapez hcmc die verwendbare Masse vorstellt, deren Größe aus der Berechnung der Masse des Auf- und Abtrages zwischen je zwei benachbarten Profilen genau und einfach zu ermitteln ist.

Zwischen den Profilen 3 und 4 ist offenbar die Masse der Anschüttung lrtuqn größer als jene des Abtrages mlk. Letzteres Dreieck lege man hinunter nach klo und verwandele dieses in das Viereck lkpn, so wird die Abtragsmasse mlk zwischen 3 und 4 zur Anschüttung der Masse lkpn ausreichen, und das Vieleck krtuqp als Anschüttungsmasse übrig bleiben, welche man durch Herbeischaffung der Abtragsmassen hmic und ghcb herzustellen sucht. Man legt nämlich das Trapez hmic seiner Größe nach als kl'l" qp herunter, ebenso das Trapez ghcb nach l'zz'l", so wird die Anschüttung bis auf den kleinen Rest zrtuz' aus dem verfügbaren Abtrage hergestellt werden können.

Um nun die mittlere Transportweite der Masse hmic nach kl'l"qp, und jene der Masse gbhc nach l'zz'l" zu bestimmen, nehme man in den geometrischen Mittelpunkten beider Abtragsmassen die Schwerpunkte v und x, ebenso in den Anschüttungsmassen die Schwerpunkte w und y an, projizire diese Schwerpunkte als v', x', w' und y' auf den Horizont AB, greife v'w' und x'y' genau mit dem Zirkel ab und messe diese Längen nach dem Maaßstabe des Längenprofiles, so wird

v'w' die Entfernung zwischen hmic und kl'l"qp,
x'y' „ „ „ gbhc und l'zz'l" angeben.

Zweites Capitel.

Von den eigentlichen Bauarbeiten.

§. 82.

Eintheilung.

Die zur Herstellung einer Waldstraße nöthigen Bauarbeiten zerfallen in:

I. Die Erdarbeiten,

II. Den Steinbau.

Die ersteren bestehen in dem Abräumen, dem Entwässern versumpfter Stellen, dem Planiren, der Herstellung der Seitengräben und Böschungen.

Der Steinbau zerfällt in drei Arbeitstheile:

1) Die Aufstellung der Linien-, Rand-, Rabatt- oder Leistensteine,
2) die Herstellung des Grundbaues oder der Sohle, und
3) das Aufschütten der Decklage oder Dolle.

Der Grundbau bildet den wesentlichsten Theil einer Straße und das eigentliche Fundament derselben, und sollte bei der Anlage von Waldstraßen niemals fehlen. Je nach der Beschaffenheit des Steinbaues werden die Straßen eingetheilt.

Nebst diesen zum Straßenkörper selbst gehörigen Bauten, kommen je nach den örtlichen Verhältnissen noch verschiedene andere Bauten vor, welche zur Aufnahme und Ableitung des gegen die Straße sich ergießenden und des von derselben abfließenden Wassers dienen, oder die dauerhafte Befestigung solcher Entwässerungs-Anstalten sowie der Böschungen bezwecken, oder endlich die Herstellung der Communication vermitteln, und welche wir unter

III. Uebrige Bauten aufführen und abtheilen wollen in:

1) Schütt- oder Sickerdohlen,
2) Mulden, Quergossen oder Ueberfälle und Wulste,
3) Pflasterrinnen,
4) Stütz- und Futtermauern,

c) Brücken,
d) Durchlässe,
f) Wassereinfälle, Einfallsröhren [illegible]

Endlich gehören hierher:

IV. Die s. g. Nebenanlagen, welche [illegible] zum Zwecke haben, oder zu einer [illegible] nothwendig sind. Diese lassen sich [illegible]

1) Sicherheitsanstalten,
2) Baumpflanzungen,
3) Materialdepots und
4) Eintheilungen [illegible]

Obgleich mehrere [illegible] oder gar nicht [illegible] Abhandlung in [illegible] Einrichtungen [illegible] von dem [illegible]

[illegible]

Feste Felsenmassen, die freilich nur in seltenen Fällen auf längere Strecken zu Tage gehen, bilden die vorzüglichste natürliche Grundlage und bedürfen keiner künstlichen Nachhilfe; auch Straßenkörper aus Gerölle, Kies und reinem Sand bilden noch eine gute Grundlage, bedürfen aber einer festen Decke, welche die Räder der Fuhrwerke vor dem Einsinken, namentlich in den sandigen Untergrund sichert. Befindet sich aber in reinem Kiese oder Sandboden sehr wenig Thonerde, so liefert der daraus gebildete Straßenkörper sowohl im nassen als trockenen Zustande für geringe Lasten einen guten Fahrweg, wogegen ein zu thonreicher Boden bei trockenem Wetter gute Wege bildet, bei nassem aber zu plastisch und nachgiebig wird, was auch dann stattfindet, wenn dem Sande zu viel Acker oder Dammerde beigemischt ist.

Hiernach möchte in den meisten Fällen der geebnete Theil der Straße einer künstlichen Nachhilfe bedürfen, welche je nach den wechselnden Bodenverhältnissen und der Benutzung auf verschiedene Weise hergestellt werden kann, worüber bei dem Steinbaue das Weitere folgen wird.

Ehe man zu den eigentlichen Erdarbeiten, (Grabarbeiten) übergehen kann, müssen die denselben entgegenstehenden Hindernisse zuvor beseitigt werden, was durch das Abräumen der Bodenoberfläche sowie durch die Entwässerung versumpfter Stellen geschieht.

§. 84.

Das Abräumen.

Bei der Ausführung der Straßenbauarbeiten wird mit der Beseitigung aller jener Hindernisse begonnen, welche der Herstellung eines gleichmäßig abgedachten Planums im Wege stehen; denn außer den zu planirenden Unebenheiten des Geländes durch Auf- und Abtrag der Erdmassen werden noch mancherlei Gegenstände auf der Bodenfläche vorkommen, als Felsen, Lagersteine, Stöcke, Busch- und Wurzelwerk, Holz, Laubdecke, Bodenüberzug u. s. f., welche weggeschafft werden müssen. Beim Entfernen des Holzes ist darauf Bedacht zu nehmen, dasselbe stehend auszugraben (zu roden), weil durch den vermehrten Zug des am Stocke befindlichen Stammes die Arbeit des Rodens wesentlich befördert wird und die Kosten dadurch vermindert werden. Die an der Oberfläche befindlichen Lagersteine und Felsen müssen durch die Brech- und Sprengarbeiten zerklüftet und weggeräumt werden. Die Werkzeuge der Steinbrecher sind seit undenklicher Zeit von ziemlich gleicher Einrichtung geblieben. Der Pickel oder die Keilhaue zum Hacken

und Lösen des Gerölles und Schuttes, Brecheisen zum Loszwängen größerer Felsstücke, die Schippe zum Schaufeln, die Zweispitze zum Einhauen von Rinnen und Löchern, die Steinkeile und Schlageisen zum Losstrengen und Zerschroten quader- und säulenförmiger Stücke. Zum Sprengen der Felsen mit Pulver sind ferner nothwendig: das Handfäustel, der Steinbohrer, der Krätzer, Stampfer und Raumnadel. Nachdem der die meisten Felsmassen bedeckende erdige und steinige Schutt mittelst Pickels, Schaufel und Karre abgeräumt ist, erkennt der Steinbrecher die Lagerung der zu gewinnenden Felsmassen. Die Brecharbeiten kommen bei lagerhaften, gespaltenen Gesteinen vor, welche man vermittelst der Keile und durch Einsetzen von Hebeisen in die Fugen trennt, oder es werden, wenn die Tafeln zu groß sind, mit dem Steinpickel Rinnen eingehauen, nach denen der Stein mit dem Hebeisen bankweise abgebrochen wird. Man sucht dabei, nach dem technischen Ausdrucke, „hinter die Steine zu kommen". Zur Ablösung sehr zerklüfteten Gesteines dient der Pickel. Nach Gauthey braucht ein Arbeiter zum Brechen von 1 Cubikmeter 5,1 Stunden.

Die Sprengarbeiten kommen bei größeren, compacten Felsenmassen und Blöcken vor, und werden wie folgt vorgenommen: In den von allen Seiten möglichst blos gelegten Felsen wird mit dem meiselförmigen, an der Schärfe verstählten, oben aber weich gelassenen eisernen Steinbohrer, den man unter beständigem Umdrehen mittels starker Schläge des Handfäustels eintreibt, eine cylinderförmige Vertiefung gemacht, deren Lage und Tiefe von der Gebirgsart, dem Grad der Zerklüftung und Verwitterung, der Lagerung, der Form und Härte des zu sprengenden Gesteines abhängt.

Um den Gesteinsstaub vom Boden des Loches beständig zu entfernen, hält man letzteres wo möglich mit Wasser gefüllt, und um das heftige Umherspritzen des schlammigen Wassers zu verhüten, wird um den eingebrachten Bohrer eine Scheibe von Werg oder Leder gelegt. Das Bohrmehl mischt sich mit dem Wasser zu einem Schlamme, der immer dicker wird und endlich mittelst des Krätzers oder Raumlöffels ausgehoben werden muß. In weichen Felsarten wird das Bohrloch zuweilen durch bloßes Aufstoßen und Drehen eines schweren, langen Meiselbohrers hergestellt, oder wenn es von unten nach oben in überhängenden Fels eingelegt werden soll, mittelst einer der gewöhnlichen Wagenwinde ähnlichen Vorrichtung, auf deren Schuh der mittelst eines Hebels fortwährend umgedrehte Bohrer sitzt, gleichsam eingedreht. Bei festem Fels aber kann nur Bohrer und Fäustel benutzt werden, welche zuweilen von zwei Personen

dergestalt gehandhabt werden, daß der Eine mit den beiden Händen ein schweres Fäustel führt und auf den Bohrer schlägt, welchen der Andere im Loche festhält und umdreht. Man nennt diese Arbeit das zweimännige Bohren; sie erfordert viele Uebung und Geschick.

Hat das Bohrloch seine richtige Tiefe erreicht, ist der Schlamm daraus entfernt und die zurückgebliebene Feuchtigkeit mit Werg ausgewischt, so wird die Ladung des sehr grobkörnigen Pulvers in Form einer Patrone eingebracht, deren Höhe 1/3 bis 1/4 der Tiefe des Bohrloches gleich ist, und in einer aus dünnem Bleche oder aus geöltem Papiere angefertigten Hülse sich befindet, welche es nicht gänzlich ausfüllt. Das obere Ende derselben ist vielmehr durch zwei etwa 1 Centimeter von einander entfernt bleibende dünne, mitten durchbohrte Scheiben von weichem Holze oder Pappendeckel geschlossen, um die Gefahr einer zu frühen Entzündung zu verhüten, wobei das entzündete Pulver die zwischen den Scheiben eingeschlossene Luft ausdehnen und mit zum Sprengen benutzen kann.

Hierauf wird die aus Kupfer oder Messing gefertigte Raumnadel in die Patrone hinabgestoßen, und um letztere der s. g. Besatz, Thon oder kieselfreier Kalkstein unter Vermeidung aller feuerreißenden Kiesel oder Feldspathgesteine aus zerstoßenen Steinen, Lehm, Sand, mit dem Ladestock (Stampfer) ein- und festgestampft und damit das Bohrloch bis nach oben gefüllt und fest verschlossen. Nach dem Wiederausziehen der Raumnadel bleibt nun eine bis zur Patrone reichende röhrenförmige Höhlung zurück, in welche der Arbeiter den Zünder, eine aus Halmen, Schilfröhren oder gewundenen Papierstreifen gebildete, mit einer Zündmasse gefüllte Röhre (Rakete) einsetzt und oben die Lunte anlegt. Letztere muß langsam glimmen, um dem Arbeiter Zeit zu lassen, sich an einen schützenden Ort zu verbergen, wo er vor den durch den Schuß fortgeschleuderten Steinmassen sicher ist. Man benützt als Lunte einen Schwefelfaden oder eine Zündschnur, um die Entzündung des Pulvers aus größerer Entfernung zu bewerkstelligen. Durch die Entzündung des Pulvers erfolgt eine Explosion, weil das Volumen des dabei entwickelten Gases mehr als 1000mal so groß ist, als jenes des Pulvers, und der Fels muß in Folge davon zerspringen. Geschickte Steinbrecher wissen die Pulverladung gerade so stark zu geben, daß die abzusprengende Felsmasse nur eben gelöst, aber keineswegs fortgeschleudert wird, und helfen dann später mit dem Brecheisen und der Keilhaue nach.

Das Schießen geschieht am besten während der Mittagsstunde, wenn die Arbeiter ruhen oder nach Feierabend, damit nicht zu viele Zeit dabei versäumt wird und alle Vorsichtsmaßregeln sowohl für die Arbeiter

als für die Umgebung des Sprengortes müssen getroffen werden. Namentlich ist hier zu warnen, nicht sogleich, wenn ein Schuß versagt hat, nachsehen zu wollen, indem dadurch schon häufig Unglücksfälle entstanden sind. Viele glauben, daß durch gleichzeitiges Abfeuern mehrer Schüsse die Sprengwirkung erhöht wird.

§. 85.

Entwässerung versumpfter Stellen.

Versumpfte Stellen, welche in ebenen Gegenden häufiger als im Gebirge vorkommen werden, müssen, wenn dieselben nicht zweckmäßiger durch Verlegung der Straßenrichtung umgangen werden können, vor Allem entwässert werden, was wieder je nach der zunächst zu erforschenden Ursache der Versumpfung durch verschiedene Mittel erreicht werden kann.

Die Versumpfungen in den Waldungen sind Folge vorkommender stehender (s. g. todter Gewässer), d. h. solcher, welche sich an tiefer gelegenen Stellen ansammeln, der ihnen entgegenstehenden Erhöhungen des Bodens halber keinen Abfluß finden, und wegen untenliegender bindender Bodenschichten nicht durchsickern können. Dergleichen versumpfte Stellen haben ihren Ursprung entweder:

1) Im Ueberfließen und Austreten benachbarter Bäche und Flüsse;
2) in lokaler Ansammlung von Regen- und Schneewasser;
3) in dem Zuflusse durch Quellen.

Die zur Trockenlegung solcher versumpfter Stellen vorzunehmenden Arbeiten müssen dahin gerichtet sein:

a) das vorhandene Sumpfwasser zu entfernen, und
b) die Ursache der Versumpfung zu beseitigen.

Die Ableitung des Sumpfwassers geschieht am besten in der Richtung des durch vorausgegangenes Nivellement ermittelten natürlichen Gefälles nach einem benachbarten Bache oder Flusse, zu welchem von der versumpften Stelle aus Hauptabzugsgräben gezogen werden, in welch' letztere die s. g. Schlitzgräbchen oder Wasserfurchen einmünden. In Ermangelung natürlichen Gefälles muß für Herstellung eines künstlichen Gefälles nach den Regeln des Wasserbaues gesorgt, oder die Anlage s. g. Senklöcher, namentlich dann vorgenommen werden, wenn die Untersuchung des Bodens ergeben hat, daß in einer gewissen Tiefe bindende Thon-, Letten- oder Conglomeratschichten liegen, die das Wasser nicht durchsickern lassen und Ursache der Versumpfung waren.

Man gräbt alsdann an den niedrigsten Stellen der versumpften Fläche Löcher von 1 □Meter so tief in den Boden, bis die nicht durchlassenden

Schichten durchdrungen sind und man auf lockere Erde kommt, füllt diese Senklöcher mit kleinen Steinen, Kies oder Sand aus, wonach das stehende Wasser bald durchsickern und die obere Bodenschichte austrocknen wird *).

Außer der Ableitung des bereits vorhandenen Sumpfwassers müssen aber auch Anstalten getroffen werden, welche die eigentliche Ursache der Versumpfung ein für allemal beseitigen, damit nicht immer wieder zeitweilig Versumpfungen entstehen. Dies kann geschehen durch längs der benachbarten Bäche oder Flüsse an den der Ueberschwemmung ausgesetzten Stellen zu erbauende Schutzdämme, ferner durch Abtragung der den Wasserabfluß hindernden Erhöhungen und Ausfüllung der Vertiefungen des Bodens sowie endlich durch Ableitung und Abgrabung der gegen diese Stellen sich ergießenden Quellen. (Drainiren mit Steindohlen oder Röhren). Das Vorhandensein unterirdischer Quellen wird sich gar oft an der Beschaffenheit der Bodenoberfläche erkennen lassen. Wo der Schnee im Frühjahre am ersten schmilzt, die Pflanzen im Sommer ganz frisch stehen, während die Umgebung dürr ist, wo Wasser und Sumpfpflanzen vorkommen und zur Sommer- und Herbstzeit weder Thau noch Reif liegt, während der benachbarte Boden davon überzogen ist, werden gewöhnlich unterirdische Quellen zu finden sein.

In vielen Fällen werden die behufs der Entwässerung versumpfter Flächen vorzunehmenden Arbeiten, Aufdämmen, Grabenziehen u. s. f. mit den Erdarbeiten sich vereinigen lassen, d. h. gleichzeitig vorgenommen werden können, namentlich wenn die Versumpfung ein gewisses Maaß nicht überschreitet.

§. 86.

Eigentliche Erdarbeiten.

Nach erfolgtem Abräumen und Entfernung etwa vorkommenden Wassers, kann mit den eigentlichen Erdarbeiten vorgegangen werden. Durch das definitive Nivellement sowohl, als durch die Absteckung der Breiterichtung, sind sämmtliche Hauptpunkte der Straße bestimmt und durch die Kopfflächen bis zur verlangten Höhe eingeschlagener Pflöcke oder durch gezogene Furchen und Gräbchen bezeichnet worden.

Es ist nicht zu verkennen, daß zwischen diesen fixirten Punkten, zumal auf gebirgigem Gelände, welches auch hier vorzugsweise im Auge

*) Die Anwendung von Wassermaschinen zur Entfernung des Sumpfwassers möchte außerhalb der Grenzen unserer Darstellung liegen.

behalten bleibt, noch eine Menge größerer und kleinerer Unebenheiten des Bodens vorkommen kann und wird, weil nur in seltenen Fällen dessen Oberfläche gleichmäßig abgedachte Flächen bildet, sondern Erhöhungen mit Vertiefungen mannichfaltig wechseln.

Die Beseitigung dieser Unebenheiten und die Herstellung der projectirten, gleichmäßig abgedachten Straßenoberfläche nennt man das Planiren. Außerdem gehört zu den Erdarbeiten die Anlage der Seitengräben und Böschungen, worüber in den §§. 68 und 69 bereits das Nöthige gesagt wurde, worauf hier Bezug genommen wird. Man muß bei allen diesen Arbeiten sorgfältigst die Verwendung der Abgrabungen für die Anschüttungen nach den im §. 81 gegebenen Regeln in's Auge fassen, und nimmt deshalb bei Gebirgsstraßen die Abgrabungen an der Bergseite vor, um die Anschüttungen nach der Thalseite daraus herzustellen. Dabei ist wohl zu beachten, daß der an der Thalseite aufzuschüttende Boden sich hinlänglich fest mit dem gewachsenen Boden verbinden könne, weßhalb man, ehe das Auffüllen an der unteren Seite begonnen wird, den Bodenüberzug abschürfen und den Boden selbst noch etwas wund machen muß. Höhere Abträge werden dadurch erleichtert, daß man schmale Gräben einhaut, deren Wände senkrecht stehen bleiben, diese letzteren etwas untergräbt und dann mit dem Hebeisen zusammenstößt. Die Arbeiter sollen bei Bildung des Abtrages in einer zweckmäßigen Entfernung stehen, etwa 2 Meter von einander; zu große Entfernung erschwert die Aufsicht, zu geringe hindert die Arbeiter. Alle pflanzlichen Stoffe, Wurzeln, Rasen ꝛc. sind aus dem Straßenkörper zu entfernen, weil sie durch Fäulniß schwinden und dadurch ungleiche Senkungen verursachen. Der Rasen wird abgestochen und zur Bekleidung der Gräben oder Böschungen verwendet, und die im Abtrage vorkommenden brauchbaren Steine sind auszulesen und auf Haufen bei Seite zu schichten.

Nach Gauthey rechnet man für das Graben eines Cubikmeters:

vegetabilische Erde	0,5	Stunden eines Erdarbeiters.
Gartenerde	0,9	
Thonboden	1,5	
Harte steinige Erde	2,0	
Tuff	2,5	

Ist die Fahrbahn unter Rücksicht auf den Einbettungsraum eingebnet, und sind die Fußbänke aus der vorhandenen Erde gebildet, so werden diese, wenn letztere schlüpfrig ist, mit einer dünnen Lage Sandes oder feinen Kieses überdeckt, und wo der Straßenkörper aus Flugsand besteht, mit etwas Dammerde überstreut.

Zum Planiren benutzt man theils die straff angespannte Schnur, theils und namentlich auf größeren Entfernungen die im §. 41 u. f. beschriebenen Visirkreuze, welche leicht von jedem Arbeiter gehandhabt werden können. Außerdem bedienen sich die Arbeiter zu den Geschäften des Wegräumens, Planirens u. s. f. nebst den bereits früher genannten Werkzeugen, der Axt, Rotthaue, Breithaue, des Böschungspatens, Rechen, Drücker, der Handrammen, Wasserschaufeln, Tragkörbe und Laufbretter. Die Anwendung eines starkgebauten Wendepflugs (am besten mit Hornvieh bespannt) ist sehr empfehlenswerth.

§. 87.

Transportmittel.

Zum Transporte des Auf- und Abtrages bedient man sich bei mäßigen Entfernungen von 200 bis 300 Schritten am besten der bekannten Schiebkarren oder auch der zweiräderigen s. g. Handkarren, welche von Menschen geschoben oder gezogen werden. Auf größere Entfernungen gebraucht man vortheilhafter mit Vieh bespannte Fuhrwerke, aber auch hier ist Zeit- und Kostenersparung maaßgebend. Dabei ist der Gebrauch der einspännigen s. g. Schnapp- oder Wippkarren mehr zu empfehlen, als zweispännige Fuhren, weil letztere, wegen des größeren Zeitaufwandes beim Auf- und Abladen und der Schwierigkeit beim Wenden auf den gewöhnlich schmalen Bahnen, etwas theurer sind. Wo Schienen und Umsturzwagen für Hilfsbahnen vorhanden sind, wird durch deren Benutzung die Arbeit sehr gefördert.

Wenn Erdmassen ziemlich vertikal hinaufgeschafft werden müssen, so kann man die Arbeiter in verschiedene, etwa 1 Meter übereinander entfernte, aus Brettergerüsten erbaute s. g. Stockwerke sich aufstellen, und die Erde von einem zum andern Stockwerke schräge hinaufwerfen lassen, oder bei ganz vertikaler Erhebung sich des s. g. Haspels bedienen, d. i. eines Wellbaumes, durch welchen mittelst eines starken Seiles ein zum Aufnehmen der Erde bestimmter großer Kübel auf- und abgewunden werden kann. Die letzteren Methoden werden übrigens beim Waldstraßenbau nur selten zur Anwendung kommen können.

Erste Regel beim Transporte, sowie überhaupt bei allen Arbeiten auf einem gutorganisirten Bauplatze bleibt, daß kein Arbeiter unbeschäftigt ist und sein muß, während andere arbeiten. Zweckmäßige Vertheilung der einzelnen Arbeiten und geordnetes taktmäßiges Ineinandergreifen der verschiedenen Arbeitstheile, gutgeleitete, gewandte Aufsicht und Ueberwachung führen zu diesem Ziele.

§. 88.

Setzen und Befestigen des Erdkörpers.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß frisch hergestellte Erdaufdämmungen sich nicht in der ursprünglich aufgetragenen Höhe erhalten, sondern nach einiger Zeit sich senken (*setzen*). Diese Differenz beträgt je nach der Bodenbeschaffenheit der Anschüttungen 5—7 % der letzteren. Hierauf muß bei Herstellung der Erdarbeiten Rücksicht genommen werden, und schon aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, jene früher als den Steinbau, etwa im Herbste, auszuführen, den Winter über liegen und sich setzen zu lassen, und erst im darauffolgenden Frühjahre mit dem Steinbaue zu beginnen.

Um übrigens den Anschüttungen mehr Festigkeit zu geben, wird man gut thun, solche entweder von Zeit zu Zeit festzustampfen, oder sie schichtenweise etwa von 15 zu 15 Centm. Höhe nach einander herstellen zu lassen, damit sich die vorhergehende Schicht immer erst etwas setze, ehe eine neue daraufkommt. Ferner wird empfohlen, wenn möglich, eine Zeit lang Wasser über die Anschüttungen zu leiten, damit sich der durchwässerte Boden fest zusammensetze. Endlich sucht man die beim Transporte benutzten Fuhrwerke über die aufgedämmten Flächen hinzuleiten und dadurch deren Festigkeit zu befördern, sowie man bei dem Umstande, daß die aufgetragenen Stellen unter allen Verhältnissen sich etwas setzen, dieselben gleich beim Anschütten um den muthmaßlich zu erwartenden Betrag der Senkung erhöhen läßt. Trotzdem ist in den meisten Fällen eine Nachplanirung räthlich oder nothwendig.

§. 89.

II. Der Steinbau.

Der Steinbau erstreckt sich blos über die Fahrbahn, von deren zweckmäßiger Anlage die Festigkeit und Dauer der Straße, sowie die Möglichkeit einer leichten und wohlfeilen Unterhaltung abhängt. Eine gute Fahrbahn soll eine feste und glatte Oberfläche darbieten. Ersteres erreicht man durch gute Materialien, letzteres durch eine entsprechende Decke. Auf die Herstellung der Fahrbahn muß demnach die allermeiste Sorgfalt verwendet werden. Um sie gegen den Eindruck der Räder möglichst unempfindlich zu machen, bildet man dieselbe durch eine in den Einbettungsraum zu stellende compacte Steinmasse, deren

Art und Stärke*) von der Frequenz der Straße, dem Gewichte des darauf gehenden Lastwerkes, der Breite der Radfelgen und insbesondere der Beschaffenheit des Untergrundes abhängt. Ist letzterer locker, so muß die Stärke des Steinbaues mehr, ist dieselbe trocken und fest, so darf sie weniger betragen und kann hiernach zwischen 20—30 Centm. wechseln.

Beim Einsetzen des Steinbaues unterscheidet man, wie bereits im §. 82 bei der Eintheilung bemerkt wurde, drei verschiedene Arbeiten:

1) das Aufstellen der Randsteine,
2) die Herstellung des Grundbaues, und
3) das Aufschütten der Decklage.

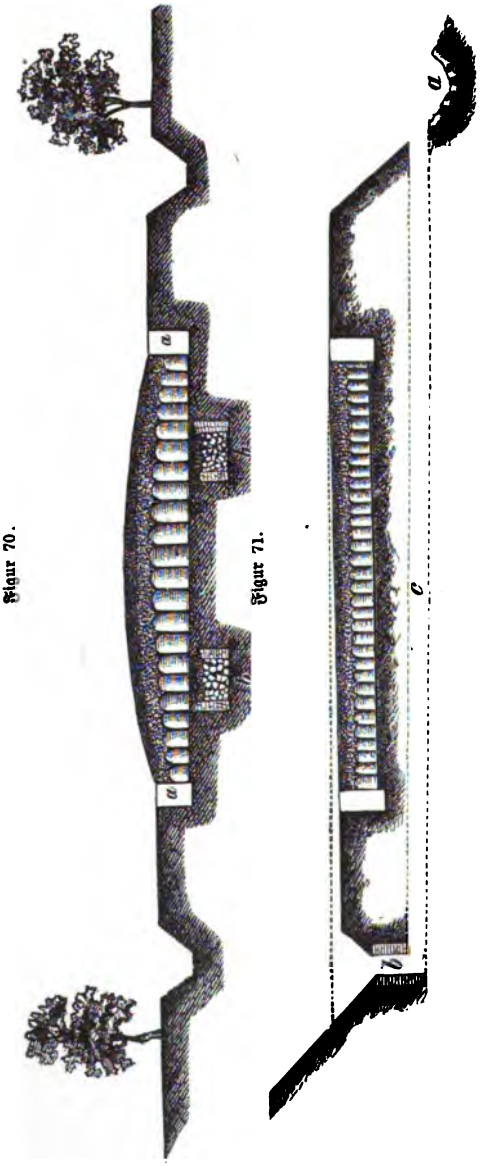
§. 90.

1. Aufstellung der Randsteine.

Als Anhaltspunkte für die künftige Erhaltung der Straße, sowie als Widerlager für den Steinbau der Fahrbahn, werden zu beiden Seiten der letzteren, an der Grenze zwischen dieser und den Fußbänken, also parallel der Axe, die s. g. Randsteine a gesetzt (Fig. 70). Sie dienen zur Begrenzung der Fahrbahn und bilden gleichsam einen Rahmen, in welchem der Steinbau eingeschlossen ist, und durch welchen er zusammengehalten wird. Man wählt dazu eigene, oder aus dem zum Grundbau bestimmten Materiale ausgesuchte, nicht zu lange, dauerhafte und feste Bruchsteine von 12—15 Centim. Dicke, und läßt dieselben an den Seiten, wo sie längs des Rahmens aneinandergestoßen werden, (den s. g. Stoßfugen) glatt bearbeiten, damit sie sich fester an einander fügen. Ganz regelmäßig, parallelepipedisch behauene Randsteine sind natürlich die besten, übrigens auch kostspieliger und bei Waldstraßen oft nicht gerade nothwendig; nur sollte die obere sichtbare Kopffläche derselben, welche in dem Niveau der Fußbänke liegt, wenn diese an sich nicht schon eben und lagerhaft ist, zugerichtet werden, obgleich in einzelnen Fällen, wo die Rücksicht auf Kostenersparung vorwiegend ist, selbst hiervon Umgang genommen und ganz unbehauene Bruchsteine zu Rabatten benutzt werden

*) Die Dicke des Steinbaues der Fahrbahnen hat man in verschiedenen Zeiten sehr verschieden angenommen. Auf den römischen Straßen betrug sie 1 Meter und mehr. Bei Einführung des Straßenbaues in späterer Zeit gab man etwa 75 Centim. Dicke, und noch vor 50 Jahren nahmen die französischen Ingenieure mindestens 1/2 Meter an. Jetzt sorgt man für möglichste Entwässerung des Straßenkörpers, und es richtet sich die Stärke der Versteinung nach den oben angegebenen Verhältnissen.

können, deren unregelmäßige und eckige Kopfflächen dann mit Deckmaterial überschüttet werden. An gefährlichen Stellen, wo leicht ein Hinausschieben der Randsteine und dadurch Beschädigung der Fußbänke möglich wäre, z. B. an Windungen, schmalen Ausweichestellen, bei einspurigen Wegen, muß darauf gesehen werden, daß die Randsteine ganz besonders fest sitzen und dadurch den zerschlagenen Steinen eine stärkere Widerlage von Außen geben.



Figur 70. Figur 71.

In neuerer Zeit erheben sich manche Stimmen gegen das Aufstellen der Randsteine und erklären dieselben als durchaus unnöthig; wir können diese Ansicht nicht theilen, und halten Randsteine immer für gut, weil sie die Widerlagen des Grundbaues bilden. Will man die Kosten für die Bearbeitung sparen, so können sie unter die Straßenoberfläche gelegt werden und dann nur die Höhe des Grundbaues haben, dann mit Decksteinen überschüttet werden. Auf diese Weise werden sie in manchen Gegenden angebracht, z. B. im Hannöverischen, Braunschweigischen, wo der Waldwegbau, ebenso wie im Gotha'schen, sich bereits sehr ausgebildet hat.

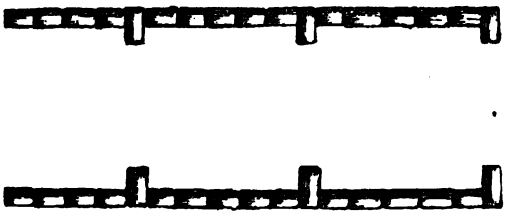
Die Höhe der gewöhnlichen Randsteine soll der Dicke des Grundbaues und der Decklage zusammen-

genommen gleich sein und nach Jodl wo möglich noch einen Decimeter unter den Grundbau reichen. Sie werden am besten mit der langen und schmalen Seite auf den Untergrund gesetzt, nach der angespannten Schnur oder mit den Visirkreuzen in ihre Höhen- und Längenlage gebracht, und nachdem sie gut aneinander gestoßen, durch angestampfte Erde im Boden möglichst befestigt, wozu sich die Arbeiter (man nimmt am liebsten geübte Maurer oder Pflästerer) am besten des Pflasterhammers bedienen. Ueber Eck gestellte Randsteine sind zu vermeiden, da sie sich schneller abnutzen und dadurch die normale Höhe der Versteinung verloren geht.

Eine besondere Rücksicht in Bezug auf das Setzen der Randsteine ist bei an steilen Berghängen hinziehenden Straßen zu nehmen, indem dieselben an der gegen den Berg zu gelegenen Seite um 1 Decimeter tiefer gelegt werden, als jene an der Thalseite (Figur 71). Auch erhält in diesem Falle die Fahrbahn keine Wölbung, sondern wird im Querschnitte geradlinig gemacht, so daß ihre Oberfläche eine gegen den Berg zu um etwa $^1/_{36}$ bis $^1/_{40}$ ihrer Breite geneigte Ebene bildet, um bei etwaigen Unglücksfällen, dem Umfallen der Wagen gegen die abschüssige Thalseite hin vorzubeugen und den Wasserabfluß nach der Quere hin in den Graben zu befördern.

Mitunter wird auch die s. g. Verzahnung der Randsteine in der Art empfohlen, daß dieselben nach Innen (der Axe zu) in ihrer Dicke dergestalt wechseln, daß je einer nach der Länge (parallel der Axe), und der folgende nach der Breite (rechtwinkelig zur Axe) zu stehen kommt. Diese Stellung der Randsteine soll den Vortheil haben, daß dieselben, weil in den Seitenbau eingreifend, sich besser mit letzterem vereinigen, fester halten und die Fuhrwerke mehr von den Fußbänken abweisen. Jodl empfiehlt diese Verzahnung in der Art, daß immer der fünfte bis sechste Randstein in den Grundbau eingreifen soll*) (Figur 72).

Figur 72.

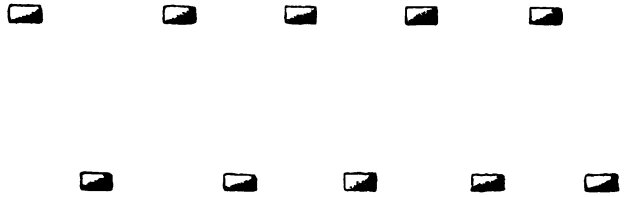


Randsteine sollten bei Waldstraßen, obgleich sie den Wasser-

*) Umpfenbach spricht gegen die Verzahnung.

abfluß hemmen, niemals fehlen, namentlich wenn schweres Fuhrwerk geht, oder sie dürfen höchstens nur auf ganz festem Untergrunde, bei leichtem Fuhrwerke und gutem Materiale wegbleiben, wenn dies durch die Rücksicht auf Kostenersparung bedingt wäre. Aber selbst in diesem Falle sollten wenigstens einzelne behauene Randsteine in bestimmten Abständen, (Fig. 73), als Anhaltspunkte für die Fahrbahnbreite gesetzt werden.

Figur 73.



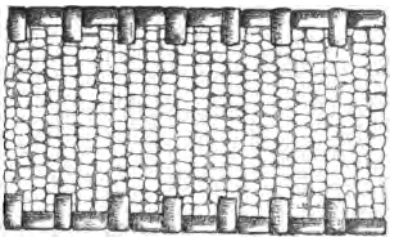
§. 91.

2. Herstellung des Grundbaues (der Sohle).

Wird die unterste Lage des in den Rahmen der Randsteine zu setzenden Steinbaues aus größeren Bruchsteinen so hergestellt, daß die einzelnen Steine ihrer Höhe nach mit den größeren Flächen nach unten gerichtet, die Spitzen nach oben gekehrt sind, und in ihrer möglichst dicht aneinander gefügten Verbindung gleichsam ein verkehrtes Pflaster bilden, so nennt man diese unterste Lage der Versteinung den Grundbau oder die Sohle, der Decklage gegenüber auch Versteinung in erster Lage. Die Figuren 70 und 71 zeigen den Grundbau im Aufrisse, Fig. 74 im Grundrisse.

Der Grundbau ist also das auf dem Planum der Fahrbahn stehende eigentliche Fundament einer Straße und hat den Zweck, dem Drucke von oben zu widerstehen, der Decke als Grundlage zu dienen, und deren Eindrücken in den erweichten Untergrund zu verhindern. Die gewöhnliche Stärke (Höhe) des Grundbaues beträgt 20—25 Centimeter und mehr, und wird derselbe aus einzelnen dauerhaften, nicht zu großen Bruchsteinen gebildet, welche auf die hohe Kante und zwar möglichst lothrecht aufgestellt werden, damit die Steine beim Befahren bloß auf die Unterlage und nicht durch schiefe Stellung auf benachbarte Steine drücken und diese zermalmen oder zerbrechen. Auch soll das Aufeinandertreffen der Fugen nach der Länge der Straße möglichst vermieden werden, um besseren Verband zu bilden, wie Fig. 74 zeigt.

Figur 74.



Eine schlechte Methode ist die Herstellung des Grundbaues durch Steine, welche auf die breite Seite gelegt werden und so eine Art Pflasterung bilden, indem ein solcher Grundbau weniger Festigkeit gewährt und der Decke keinen Halt bietet.

Beim Aufstellen des Grundbaues ist ferner nothwendig, die einzelnen Steine so fest als möglich an einander zu stellen und sämmtliche Zwischenräume thunlichst auszufüllen, um der Sohle eine feste, unveränderliche Lage zu geben. Man pflegt deshalb nach dem Aufstellen der Grundbausteine, die oberen Spitzen und Kanten derselben abzuschlagen und die Abfälle zwischen die Fugen einzukeilen, wobei aber die Oberfläche des Grundbaues immer noch rauh bleiben muß. Auch läßt man zu diesem Zwecke bei Neubauten das zur Decklage bestimmte Material gern auf dem Grundbau selbst kleinschlagen, welches Verfahren übrigens Umpfenbach nicht billigt. Jodl empfiehlt, die Fugen des Grundbaues bis zur Sohle mit Sand oder Kies auszufüllen.

Beim Baue von Gebirgsstraßen wird mit dem Setzen des Grundbaues an den tieferliegenden Punkten begonnen und gegen die höher gelegenen fortgeschritten. Die Arbeiter sitzen dabei in einer Reihe über die Breite der Fahrbahn auf kleinen, leicht fortzurückenden Stühlchen, und sind mit Hammer und Steinschlägel versehen.

Die der Fahrbahnoberfläche bestimmte Wölbung, von welcher später die Rede sein wird, ist schon bei dem Grundbau anzutragen, und dieser möglichst nach der normirten Wölbungslinie einzusetzen.

Endlich ist räthlich, an Stellen mit sehr weichem, plastischem Untergrunde unter den Grundbau eine mehrere Zoll dicke Sandschicht zu legen und einzustampfen, damit ersterer die gehörige Festigkeit erhält und durch die nunmehr in der Sandbettung sitzen bleibende Feuchtigkeit nicht mehr erweicht und nachgibt, während im gegentheiligen Falle die vom Drucke der Räder stärker getroffenen Stellen des Grundbaues, durch Setzen und Eindringen der Steine in den erweichten Untergrund, leicht Veranlassung zur Entstehung s. g. Schlaglöcher und Vertiefungen in der Straßenoberfläche geben, welche von jeder gut gebauten und unterhaltenen Straße fern gehalten werden sollen.

Wo taugliches Grundbaumaterial fehlt, oder sehr theuer ist, und nur leichtes Fuhrwerk geht, kann aus gebotener Rücksicht auf

Kostenersparung, in einzelnen Fällen selbst eine nur theilweise Grundbaulegung (Fig. 75) in der Mitte der Fahrbahn gerechtfertigt erscheinen, wobei die seitlichen Räume der Einbettung zwischen dem Grundbau und den Randsteinen durch Schlägel- oder Decksteine ausgefüllt werden*).

Bei vielen Wald- und Feldwegen wird, wenn das Steinmaterial schwer zu beschaffen ist, oft eine einspurige Steinbahn genügen, neben welcher eine Sommerfahrbahn angelegt wird, die nur aus Erde gebaut ist und auf welcher das unbeschlagene Rindvieh besser geht als auf der Steinbahn. Ist Kies vorhanden, so benutzt man ihn zur Beschüttung des Sommerwegs. Die Sommerfahrbahn wird nicht gewölbt, sondern nur nach dem Straßengraben zu geneigt.

§ 92.

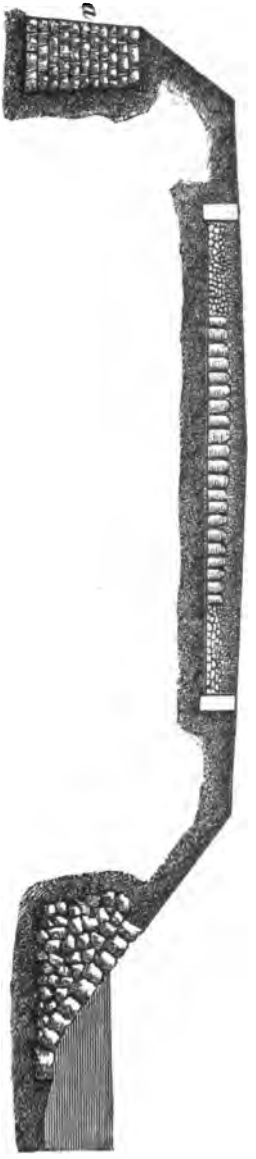
3. Aufschütten der Decklage oder Dolle.

Auf den Grundbau kommt die Decklage, welche aus klein geschlagenen Steinen, Flußgeschieben oder Kies bestehen kann und so beschaffen sein soll, daß sich ihre einzelnen Theile möglichst unter einander und mit dem Grundbau verbinden und eine dichte, zusammenhängende Masse, gleichsam einen Ueberzug, eine Steinkruste bilden. Fig. 70, 71 und 75 zeigen die Decklage.

Zur Decke verwendet man die härtesten Steine, die so klein geschlagen werden müssen, daß die Radfelgen immer mehrere Stücke zugleich berühren und drücken, damit die Fahrbahn eine möglichst glatte Oberfläche darbiete. Je nach dem Härtegrade des zur Decke zu verwendenden Materiales, wechselt die Größe der einzelnen Steine zwischen 20 Cub.-Ctm. (Basalt) und 50 Cub.-Ctm. (Kalksteine), so daß die Steine um so kleiner sein sollen, je härter das Material ist und umgekehrt, damit auch die weicheren Steine noch hinlänglich Widerstand leisten, und unter dem Drucke der Räder nicht sogleich zermalmt werden. Ferner ist möglichste Gleichförmigkeit in der Größe deshalb zu empfehlen, weil die kleineren Steine eher zerdrückt werden, während die größeren länger Widerstand leisten, wodurch Schlaglöcher entstehen. Aus letzterem Grunde ist ferner anzurathen, zu einer Decklage wo möglich nicht gemischtes Material (von verschiedener Qualität) zu verwenden, weil die weicheren Steine leichter festgefahren werden, während die härteren oft nutzlos zerstreut sind und die Straße rauh bleibt; im Gegentheile ist es besser, die ganze Decke

*) In England kommt diese Art der Grundbaulegung bei Straßen, die weniger abgenutzt und befahren werden, häufig vor.

aus geringerem Materiale herzustellen, weil dieses wenigstens gleichmäßig comprimirt wird. Jodl empfiehlt zwar das Vermengen sehr harter Steine (Basalt, Quarz, Porphyr, Hornstein) mit Kalksteinen als vortheilhaft zur Herstellung eines Bindemittels der Decklage; dagegen rathen Andere als zweckmäßiger zur Erreichung dieses Vortheils mit möglichster Entfernthaltung des oben beregten Nachtheiles, die härteren und Kalksteine nicht zu vermengen, sondern allenfalls oben auf die aus härteren Steinen bestehende Decklage eine dünne Lage Kalksteine, Lehm oder Thon auszubreiten und das Ganze durch Druckwalzen zu comprimiren, auf thonreiche Decksteine dagegen eine dünne Schichte von Kies oder sandiger Erde bei feuchtem Wetter zu legen.



Figur 75.

Die Dicke der auf den Grundbau zu schüttenden Decklage soll etwa 9 bis 12 Centimeter an den Randsteinen betragen, mit welch' letzteren dieselbe in gleichem Niveau liegt, während sie gegen die Mitte der Straße zu etwas höher aufgetragen wird, um die für die Erhaltung der Fahrbahn so nothwendige Wölbung vollends herzustellen.

Die Befahrung frisch aufgeschütteter Decklage hat für die Fuhrleute große Unbequemlichkeit, und verursacht dem Zugvieh bei unsicherem Tritte Anstrengung und Ermüdung, abgesehen davon, daß die sehr klein geschlagenen Decksteine sich leicht in die Hufe einzwängen und festkeilen, und dann häufig, namentlich die Kalksteine, zu entzündlichen Zuständen Veranlassung geben. Um nun eine Straße sogleich ohne Belästigung für das Zugvieh und ohne vermehrte Reibung benutzen zu können, ist es vortheilhaft, durch Anwendung

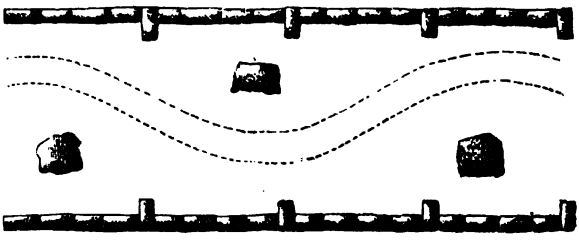
schwerbelasteter Druckwalzen die Decklage zuvor comprimiren zu lassen.

Die Anwendung von Druckwalzen zur mehrmaligen Comprimirung der Decklage frisch aufgeschütteter Waldstraßen ist unter allen Verhältnissen dringend anzuempfehlen und um so leichter ausführbar, als sich derartige Walzen in der Regel bei den Baubehörden befinden und zu derartigen Zwecken gerne abgegeben werden. Die Kosten des Walzens sind sehr geringe und werden durch die Vortheile einer leichteren Benutzung und gleichmäßigeren Festfahrung der Straße, durch die Verminderung in Nachbesserungsarbeiten und Unterhaltungskosten vollständig gedeckt werden. Das Walzen kommt auch in neuerer Zeit bei Waldstraßen vielfach zur Einführung, und die Erfahrung hat gelehrt, daß bei Straßen, welche gewalzt werden, die Dicke der Gesammtversteinung um 3 bis 5 Centimeter geringer angelegt werden darf, als bei solchen, deren Befestigung durch den Verkehr selbst stattfinden muß. Wir wollen daher die Straßenwalzen näher betrachten. Sie sind gußeiserne Cylinder von 50 bis 60 Centner Gewicht, welches durch den kastenartigen, beladenen Aufsatz verdoppelt werden kann, sind leicht zu bewegen und erfordern bei der stärksten Belastung 6 Pferde. Man kann damit in einem Tage etwa 2500 Quadratmeter Versteinung abwalzen, und die Kosten berechnen sich, je nachdem die Straße wenig oder starkes Gefäll hat, das Steinmaterial minder oder mehr fest ist und das Walzen bei feuchtem oder trockenem Wetter geschieht, auf höchstens 1 Kreuzer für den Quadratmeter. Das Geschäft des Walzens geschieht in folgender Weise bei frisch gedeckten Straßen. Dieselbe wird am besten bei feuchtem Wetter, damit das Material sich besser verbindet, 1 bis 2 mal mit der unbelasteten Walze überfahren. Zu naß darf der Boden nicht sein und in keinem Falle der Untergrund erweicht sein. Muß bei trockenem Wetter gewalzt werden, so ist die Straße künstlich zu befeuchten, wozu man sich am besten der s. g. Gießkarren bedient. Nachdem die Straße mit der unbelasteten Walze überfahren ist, wird der Aufsatz mit 20 bis 40 Centner belastet und abermals 1 bis 2 Fahrten vorgenommen; endlich nochmals 20 bis 24 Centner Belastung zugesetzt und mit diesem Gesammtgewicht noch 4 bis 6 Fahrten gemacht. Ueber die auf solche Weise gehörig zusammengedrückte Fahrbahn wird nun etwas Sand oder Straßenabhub ausgebreitet und die Walze noch einigemal darübergeführt. Die Kosten einer Walze belaufen sich auf 500 bis 600 fl. Man hat Versuche mit Walzen ohne Aufsatzkasten für Belastung gemacht, indem man die Walze selbst mit Wasser oder Sand füllte; die Versuche ergaben ein

befriedigendes Resultat. Selbst zur Einebnung der Geleise auf nicht chaussirten Wegen (Erdwegen) wird die Straßenwalze gute Dienste leisten.

Man wird allerwärts die Wahrnehmung machen können, daß bei frisch gedeckten Straßen die Fuhrleute, so lange sie sich sicher glauben, der Fahrbahn ausweichen und die Fußbänke befahren, was jedoch die Straßenpolizei niemals dulden darf, oder daß, sowie sich nach einiger Zeit nur die ersten festgefahrenen Geleise gebildet haben, immer ein Fuhrmann dem andern nachfährt, und die bereits angebahnten Geleise zu benutzen sucht. Durch diesen Uebelstand aber bleibt das daneben befindliche Material liegen, wird theilweise zerstreut und geht unbenutzt verloren. Man hat deshalb in vielen Gegenden das s. g. Geleisverlegungssystem eingeführt, welches darin besteht, daß man durch periodisch zu verlegende große Steine (Vorlegsteine), oder durch hölzerne Böcke die Fuhrleute zwingt, beim Fahren immer nur einen bestimmten, vorgezeichneten Theil der Fahrbahn zu benutzen, wobei man diese Böcke oder Vorlegsteine beim Wechseln immer so auf die Decklage stellt, daß die neuentstehenden Geleise die alten durchschneiden und ausfüllen müssen, die Fuhrleute also in Schlangenlinien zu fahren genöthigt sind, und dadurch das gleichmäßige Festfahren der ganzen Decke bewirkt wird. Die Vorlegsteine sollen bei nassem Wetter täglich, bei trockenem alle 2 bis 3 Tage gewechselt werden, und müssen beim Eintritte der Nacht oder bei Nebel von der Fahrbahn entfernt und auf die Materialplätze gelegt werden. Fig. 76 zeigt die Vorlegsteine in erster, Fig. 77 in gewechselter Lage, wobei die gebrochenen Linien den Gang der Fuhrwerke andeuten.

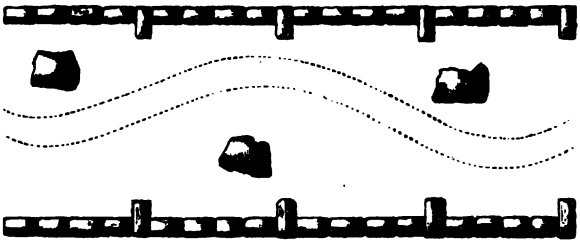
Figur 76.



Die Geleisverlegung ist ziemlich außer Uebung gekommen, da die eingelegten Steine vielfach Unglücksfälle und immer Unbequemlichkeit verursachen.

Es ist sehr zweckmäßig, zum Aufschütten der Decklage anhaltendes Regenwetter abzuwarten, weil dann eine leichtere und schnel-

Figur 77.



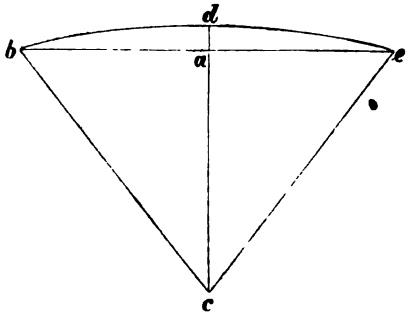
lere Verbindung des Materiales stattfindet und dieses eher festgefahren wird, wenn es von Feuchtigkeit durchzogen ist. Hierzu ist das Frühjahr nach Abgang des Schnees bis Ende April, oder auch die Herbstmonate November und Dezember die geeignetste Jahreszeit.

§. 93.

Von der Wölbung der Straße.

Wie bereits mehrfach bemerkt, soll die Straße an ihrer Oberfläche in der Breiterichtung flach gewölbt sein, damit das auf derselben stehende Wasser Abfluß nach den Gräben finden und die Straße schneller abtrocknen kann. In Bezug auf die Art der Wölbung und das derselben zu gebende Maaß sind die Ansichten der Techniker verschieden. Die Wölbung soll bei horizontalen und sehr wenig geneigten Straßen größer sein als bei Straßen stärkeren Gefälls. Fest versteinte Straßen sollen stärkere Wölbung erhalten.

Figur 78.



Gewöhnlich nimmt man an, daß die Wölbungslinie der Fahrbahn ein Kreissegment sein und der s. g. Pfeil ad des Bogens in der Axe, Fig. 78, $^1/_{36}$ der Fahrbahnbreite (Sehne b e) betragen soll. Der zugehörige Radius berechnet sich in diesem Falle, wenn man b e = 12 Meter, a d = $^1/_3$ Meter annimmt, zu 54,2 Meter.

Andere bestimmen die Größe des Pfeiles a d, oder des sinus versus des Kreissegmentes auf $^1/_{18}$ — $^1/_{36}$, wieder Andere auf $^1/_{24}$ — $^1/_{30}$ der Fahrbahnbreite.

Vielfach jedoch ist man der Ansicht, so in neuerer Zeit Becker,

und schon Umpfenbach und Schemerl sprachen sich dahin aus, daß die nach einem Kreisbogen oder nach einer Curve gewölbte Straße den Wasserabfluß nicht so gut fördere, als zwei in Form eines flachen Dreieckes gegen einander laufende gerade Linien, Fig. 75 Seite 179, da im ersteren Falle die Fahrbahn in der Mitte, wo die Ableitung des Wassers am nothwendigsten ist, fast horizontal liege. Man solle wenigstens die Wölbung nach zwei geraden, geneigten Linien bilden, welche höchstens in der Mitte durch einen kleinen 1 Meter breiten Kreisbogen verbunden werden, Fig. 79, Seite 186.

Diese Ansicht hat allerdings Vieles für sich, obgleich es schwer sein möchte, eine solch' streng mathematische Grundlage in der Ausführung des Straßenbaues genau einzuhalten.

Macadam hat bei den englischen Kunststraßen das Maaß der Wölbung auf $^1/_{36} - ^1/_{60}$ der Fahrbahnbreite beschränkt und selbst ganz fallen lassen, weil gewölbte Straßen bei dem Ausweichen schwerbeladener Fuhrwerke weit mehr zu leiden hätten, als nicht gewölbte; allein dieser Vortheil der letzteren möchte denn doch durch den Nachtheil überwogen werden, daß das Wasser weniger Abfluß findet*).

Im Allgemeinen wird eine in der Mitte der Straße nicht zu flach liegende Wölbung als unter allen Verhältnissen nützlich empfohlen werden können, das Maaß derselben aber sich sowohl nach der Beschaffenheit des Untergrundes, als auch nach dem Grade der Widerstandsfähigkeit des Unterhaltungsmateriales gegen den Druck der Räder und die Witterung richten müssen. Außer der Fahrbahn erhalten auch die Fußbänke eine geringe Neigung von 1 bis 2 % gegen die Seitengräben, damit das von der Fahrbahn abfließende Wasser nicht auf ihnen stehen bleibe.

§. 94.

Von den zum Straßenbau zu verwendenden Materialien.

Der eigentliche Straßenkörper wird zunächst aus der vorhandenen Erdmasse des Geländes gebildet. Das beste Mengungsverhältniß des

*) In früherer Zeit hat man mitunter bei Bergwegen, um in der Breite etwas zu gewinnen, das Wasser von beiden Seiten der Straße nach der Mitte geleitet und in der Axe eine gepflasterte Rinne angelegt; allein abgesehen von der Unbequemlichkeit einer solchen Rinne für das Fuhrwerk wird nach heftigen Regengüssen die Straße beschädigt und unfahrbar, und im Winter bei Glatteis gefährlich.

Sandes und Thones besteht, wenn bloß die Zwischenräume der Sandkörner mit Thon ausgefüllt sind, was etwa bei 60 bis 65 % Sand, und 40 bis 35 % Thon der Fall ist. Der Sand dient dann während der Erweichung der Thonerde zur wechselseitigen Stütze, dagegen umgekehrt der Thon beim Abtrocknen der Masse zur Verbindung der Sandkörner. Eine solche Erdmasse ist im nassen Zustande nicht weich und schlüpfrig, im trockenen nicht lose und unzusammenhängend, wie z. B. reiner Sand. Je mehr Sand dem Thone beigemengt ist, desto schneller ist die Masse vom Wasser durchzogen, bei vorwiegendem Thongehalte wird dieselbe im durchnäßten Zustande zu weich und plastisch, im trockenen dagegen spröde.

Die zur Herstellung des Steinbaues und zur Unterhaltung desselben nothwendigen Materialien gewinnt man entweder aus Steinbrüchen und Kiesgruben oder Flußbetten, oder man verwendet auch Feldsteine und Gerölle. Im Allgemeinen kann in Bezug auf die Brauchbarkeit des Steinmateriales gesagt werden: Je mehr Härte und Festigkeit ein Gestein mit der Fähigkeit verbindet, sich leicht und gut zu dem beabsichtigten Zwecke bearbeiten und herrichten zu lassen, desto geeigneter ist es zu Randsteinen, zum Grundbau und zur Decklage. In keinem Falle darf es zum Theil verwittert oder der Verwitterung nahe sein.

Die Hauptanforderungen, welche im Speciellen an das zu obigen Steinbauten zu verwendende Material gestellt werden, sind folgende:

1) Zu Randsteinen ist jenes Gestein am besten geeignet, welches schichtenweise gebildet (Lagerfels), daher gut zu bearbeiten ist, dabei aber noch hinlängliche Festigkeit besitzt; vor allen also: Sandsteine, Gneis, Glimmerschiefer und Flötzkalk.
2) Zum Grundbau sind nicht gerade sehr harte Steine erforderlich, weil die Räder der Fuhrwerke nicht unmittelbar zerstörend auf dieselben einwirken, wie auf die Decklage, dagegen müssen sie dem Froste und der Feuchtigkeit widerstehen können, da letztere sich länger in dem Grundbau erhält. Ausgeschlossen von der Verwendung sind also: Gypsgesteine, Steinmergel, viele Arten von Thonschiefer, Schieferthon und Thonsandsteine, dagegen geeignet zum Grundbau: alle Arten Granite, Gneis, Syenit und Porphyr, ferner namentlich Quarz, weil wenig angreifbar, Glimmerschiefer,

alle Arten Kalksteine, namentlich die harten, Grauwacke und thonarme Sandsteine.

3) Zur Decklage bedarf man besonders harter und fester Gesteine, wo möglich mit noch genügendem Bindemittel. Am besten eignen sich: Basalt, namentlich der dunkelblaue, Phonolith, Dolerit, auch Wacke, dieselben sind aber freilich schwer kleinzuschlagen. Außer diesen ist Quarz, Syenit und Grünstein ein vorzügliches, ferner harte Kalksteine, feldspatharme Granite und Porphyre ein immer noch brauchbares, Sandstein aber das schlechteste Material zur Decke, und dürfen nur die harten, quarzreichen Sandsteine in Ermangelung besseren Materiales verwendet werden. Hat man nur schlechte, wenig gebundene Sandsteine, die leicht zu Sand zermalmt werden, zur Verfügung, so ist es rathsam, die Decklage noch mit einem 3 Centimeter hohen Ueberzuge aus Lehm oder sonstiger bindender Erde zu versehen.

Die Güte des zur Decklage zu verwendenden Kieses hängt von der Beschaffenheit der einzelnen Kiesstücke ab. Sind diese dichte Quarze, Kalksteine oder Granite, so können dieselben benutzt werden. Man unterscheidet Flußkies und Grubenkies; ersterer ist reiner und gleichförmiger, daher letzterem vorzuziehen. Beide müssen über ein schräggestelltes, in einem 2 Meter hohen und 1 Meter breiten Rahmen befindliches Wurfgitter (s. g. Harfe) bei trockenem Wetter geworfen, und die größeren Stücke ausgelesen und kleingeschlagen werden. Die durch eiserne Stäbe gebildeten Maschen dieses Gitters sollen nicht zu fein, etwa 3 Centimeter weit sein, damit nicht zu kleines Material zur Verwendung komme, und der Grubenkies soll vorher etwas abtrocknen. Den feinsten Kies kann man zur Bedeckung der Fußbänke benutzen. Den Flußkies, der sehr wenig erdige Theile enthält und auf Bänken an den Ufern sitzt, kann man auch mit einem Rechen abziehen, dessen Kopfgestell am besten von Eisen und mit starken Zähnen versehen ist, welche 3 Centimeter lichten Abstand haben, damit alle dünneren Steine entfernt werden. Bei gänzlichem Mangel anderen Materiales können auch s. g. Hammerschlacken zur Decklage verwendet werden.

§. 95.

Eintheilung der Straßen.

Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen des Grundbaues theilt man die Straßenanlagen mit Steinbau ein in:

1) Straßen mit Grundbau und
2) „ ohne „ , welch' letztere Schotterstraßen oder macadamisirte*) heißen, wenn man die zu 30 Centimeter Dicke angenommene Versteinung ganz aus kleingeschlagenen Steinen herstellen läßt, Fig. 79, welche in dünnen Lagen, zu

Figur 79

je 3 bis 5 Centimeter Höhe, nach einander so aufgeworfen werden sollen, daß die oberen immer die Vertiefungen der unteren ausfüllen und aus dünneren Steinen bestehen**).

Alle solche Straßen, deren Grundbau aus Mangel größerer Bruchsteine aus kleineren Steinen zusammengesetzt ist, nennt man wohl Schotterstraßen.

Nach der Beschaffenheit der Decklage unterscheidet man Stein- und Kiesstraßen mit oder ohne Grundbau, je nachdem zur Decke kleingeschlagene Steine, oder Kies und Flußgeschiebe verwendet werden.

Die vollkommensten Straßenanlagen sind die Steinstraßen mit Grundbau (Chausseen); dagegen können aber auch Fälle vorkommen, wo eine Grundbaulegung ohne Nachtheil unterlassen werden kann, ja oft geradezu unnöthig ist. Wenn nämlich eine Straße auf sehr festem steinigem Boden anzulegen ist und brauchbare Steine zum Grundbau nur mit großen Kosten herbeizuschaffen wären, so kann letzterer unterbleiben und es genügt dann, zwischen den Randsteinen die Decklage um einige Zoll zu verstärken, je nach der Beschaffenheit des Untergrundes und dem Gewichte der die Straße befahrenden Lastwagen. Wo auch die Beifuhr der Decksteine kostspielig, Kies und Flußgeschiebe aber

*) John Loudon Mac-Adam 1755—1836.

**) Umpfenbach hat als am besten drei verschiedene Steinschichten angenommen, die untere aus Steinen von 50—100 Cub. Centim., die mittlere aus solchen von 40—80 Cub. Centim. und die obere oder Ueberschüttung aus solchen von 20—30 Cub. Centim. bestehend.

vorhanden ist, wird eine Deckschicht durch Gitter geworfenen Kieses von 15 bis 20 Centimeter als Decklage auf festem Untergrunde hinreichen, dagegen soll auf weicherem Untergrunde die Kieslage eine Höhe von 30 bis 40 Centimeter erhalten, wovon die obere Hälfte durchgeworfen sein muß. Bei solchen Kiesstraßen muß oft wegen gänzlichen Mangels an Bruchsteinen selbst das Setzen der Randsteine unterbleiben.

Namentlich bei diesen Straßen ohne Grundbau soll man darauf bedacht sein, die Fahrbahn womöglich schichtenweise comprimiren zu lassen, ehe man sie dem Verkehre übergibt.

In verschiedenen Theilen des östlichen Preußens, wo es an geeigneten Steinen zum Grundbau fehlt, da die Granitfindlinge sich nicht passend spalten und zerschlagen lassen, wird die Einbettung ausgegraben und die gewonnene Erde zur Erhöhung der Fußbänke und des Sommerwegs benutzt. Als Randsteine werden die ausgelesenen größeren Stücke, die eine weitere Zurichtung nicht erfahren, nach der Schnur gesetzt und so tief in das Planum gesenkt, daß sie nach Vollendung der Senklage nicht mehr sichtbar sind. Zum Grundbau werden faustdicke, ein Decimeter hohe Steine ausgesucht oder zurechtgeschlagen und als Packsteine so dicht als möglich in die Einbettung gestellt. Auf diesen Unterbau (die Packschichte) kommt eine Schichte halb so groß geschlagener Steine. Nun wird mit einer schweren, von vier Arbeitern gehandhabten Ramme festgestampft, dabei an den Randsteinen begonnen und die Ramme nach außen schräg aufgesetzt um die Steine nach der Mitte der Straße hin, nicht nach außen hin, einzutreiben. In der Mitte entsteht dabei eine kleine Erhöhung. Nach dem Feststampfen wird die 8 bis 10 Centimeter hohe Decklage aus ganz klein geschlagenen Steinen aufgetragen, Kies übergefahren und mit der Walze übergangen. Obgleich die Gesammtstärke des Steinbaues nur gering ist, so sind diese Anlagen doch sehr dauerhaft und fest.

Auf leichtem, lockerem Sandboden, wo die Verhältnisse es nicht gestatten, einen Grundbau zu legen, und zur Decklage nur Kies verwendet werden kann, ist es durchaus nothwendig, den Sand von der Kieslage zu trennen, damit nicht beide lose durcheinander kommen, ohne sich dabei zu einer festen Decke zu verbinden. In diesem Falle stampft man, ehe die Kieslage aufgeschüttet wird, eine mehrere Zoll starke Lehmschicht auf den Sand ein und schüttet die Kieslage etwas höher auf, um den Druck der Räder auf die Unterlage mehr zu vertheilen*). In den Ostseegegenden

*) In England gibt es vorzügliche macadamisirte Straßen, welche gewöhnlich aus zwei Decklagen bestehen, einer unteren von 12—18 Centim. Dicke aus Kieseln,

mischt man dem Kiese bei trockenem Wetter 10 bis 12 % möglichst fein verkleinerten Thon bei. Die Sommerfahrbahnen sind in jenen Gegenden vorzüglich, weil man im richtigen Verhältnisse auf Sandboden Lehm und auf Lehmboden Kies überführt.

Die in Städten und Dörfern der größeren Reinlichkeit halber gebräuchlichen Pflasterstraßen, welche aus größeren kunstgerecht zusammengefügten Steinen, s. g. Pflaster bestehen, können natürlich beim Baue von Waldstraßen keine Anwendung finden, dagegen ist es auch bei letzteren doch oft nothwendig, einzelne, dem Ausreißen durch Wassergewalt ausgesetzte Stellen, oder stärker benutzte Straßentheile, z. B. Auffahrten, Uebergänge — wo sich mehrere Straßen kreuzen —, der größeren Dauerhaftigkeit halber zu pflastern. Um aber auch in dieser Beziehung das Nothwendige beizufügen, wollen wir im nächsten Paragraphen betrachten, in welcher Weise und aus welchem Materiale ein dauerhaftes Pflaster hergestellt wird.

§. 96.

Herstellung des Pflasters.

Bei der Herstellung eines Pflasters, dessen Oberfläche möglichst fest und glatt sein muß, kommt in Betracht:

1) Die Beschaffenheit des Untergrundes;
2) „ „ der Pflastersteine, und
3) das Legen des Pflasters.

Zu 1. Hauptbedingung eines guten Pflasters ist, daß sich dasselbe durch die Benutzung möglichst wenig und gleichmäßig setze. Man sucht daher den Druck, welchen jeder Stein auszuhalten hat, auf eine große und möglichst gleich große Fläche des Untergrundes dadurch zu vertheilen, daß man in die zum Pflastern ausgehobene Einbettung, eine Kieslage von der Höhe der Pflastersteine und auf diese eine mindestens 20 Centm. starke Sandschicht aufschüttet, und erst in letztere das Pflaster setzt. Die Unterlage erhält dadurch hinlängliche Tragfähigkeit und ist geeignet, die Einwirkungen der Feuchtigkeit und des Frostes auszugleichen. Wenn auch die Kiesbettung nicht absolut nothwendig ist, so darf die Sandunterlage einem guten Pflaster nie fehlen.

---

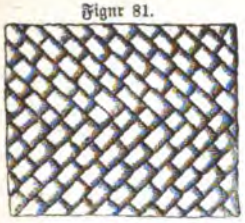
oder 25 Cub. Centim. großen Kalksteinen, und aus einer oberen Kieslage von 3—5 Centim. Dicke. Jedoch möchte auf dem Continente Mitteleuropas, wo wir stärkeren Frost haben und unsere Straßen schweres Fuhrwerk tragen, dieses Beispiel nur unter günstigen Bodenverhältnissen Nachahmung verdienen.

Zu 2. Was das Material zum Pflastern betrifft, so darf dasselbe nicht zerreiblich, soll hart sein und wenig Wasser aufnehmen. Die sich am besten eignenden Gesteinsarten sind: Basalte, feinkörnige und feldspatharme Granite und Porphyre, von den Kalksteinen besonders der Uebergangs-, Alpen- und Jurakalk, und von den Sandsteinen nur die festen Gattungen mit kieseligem oder eisenhaltigem Bindemittel und die Uebergänge in Grauwacke. Ferner ist gleiche Qualität des zu verwendenden Materiales nöthig und sind Pflaster aus verschiedenen Gesteinsarten zu vermeiden, weil das schlechtere Material früher zu Grunde geht, was schlimmer ist, als wenn durchaus weniger gute Steine verwendet wurden, indem ein solches Pflaster sich doch gleichmäßig abnutzt, und dabei weniger Unebenheiten entstehen. Hinsichtlich der Form und Größe der einzelnen Pflastersteine ist es am besten, dieselben in regelmäßige Würfel oder Parallelepipede behauen zu lassen und ihnen möglichst gleiche Dimensionen zu geben, obschon sich diese Verhältnisse allerdings nach den zu verwendenden Gesteinsarten modificiren, weil die lagerhaften am leichtesten zu bearbeiten sind. Möglichste Gleichförmigkeit in Bezug auf die Grundfläche der Steine ist nothwendig, weil die Widerstandsfähigkeit der Unterlage proportional der gedrückten Fläche ist, Steine mit kleinerer Basis sich also eher setzen, dann weil schmälere Schichten sich schneller abnutzen als breitere, daher Pflaster aus ungleich breiten Schichten früher ihre Glätte verlieren, indem das Abschleifen von den Kanten aus erfolgt. Gleich hoch endlich sollen die Steine sein, damit jeder eine gleich starke Sandschicht unter sich habe und beim Festrammen, sowie durch das Befahren ein gleiches Eindringen derselben in den Untergrund erfolge. Man nimmt die Höhe zu etwa 20 Centim. an, und damit die Pferde noch sicheren Tritt haben, sollen die Steine nicht über 6 Centim. breit und ebenso lang sein.

Zu 3. Die einzelnen Pflastersteine werden, wie Fig. 80 zeigt, in Reihen (Schichten), welche rechtwinkelig zur Straßenaxe gehen, so gestellt, daß die Stoßfugen der nächsten Reihe so viel möglich auf die Mitte der Steine der benachbarten Reihen treffen, und nie zur Axe parallele Längsschichten gebildet werden. Zuweilen findet man auch die Schichten unter einem Winkel von

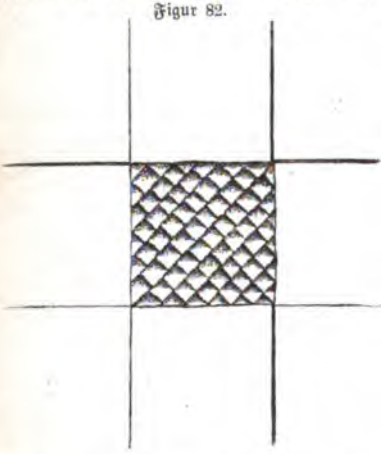
Figur 80.

Figur 81.



45° gegen die Axe geneigt (s. g. Schwalbenschwanzpflaster*), Fig. 81, welches Pflaster sich zwar sanfter befährt, weil die Räder dasselbe nicht leicht auf den Steinfugen berühren, allein wegen der schnelleren Abnutzung, namentlich wo schweres Lastfuhrwerk geht, nicht empfohlen werden kann. Nur bei den s. g. Uebergängen oder Kreuzungen, Fig. 82, (wo sich mehrere Straßen oder Wege durchschneiden), stellt man die Schichten parallel der Diagonalen der Kreuzung, damit die Räder nicht den Fugen der Schichten folgen können. Die Pflastersteine sollen ferner mit dem längsten Maaße normal zu dem Gefäll, also bei wagerechten Straßen lothrecht stehen, im Steigen aber nach dem Gefäll geneigt werden, weshalb solche Pflaster immer an der tiefsten Stelle begonnen werden müssen, damit sich die Steine gegenseitig stützen. Die Breite der Steine als mittlere Dimension soll nach der Breite der Straße, die Dicke nach deren Länge zu stehen, und die glatteste ebene Fläche derselben nach oben zu liegen kommen. Bei Bruchsteinen von Flötzgebirgen müssen die Schichten der Steine vertikal (umgekehrt wie bei dem Mauerwerke) gerichtet werden, weil sich die letzteren sonst leichter absplittern.

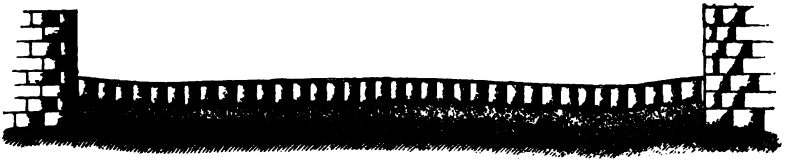
Figur 82.



Beim Einsetzen der Steine werden dieselben nach der soeben angegebenen Weise möglichst regelmäßig auf die Sandbettung gestellt, und ehe man das Pflaster befahren läßt, befestigt man jeden einzelnen Stein in seinem Lager und bringt ihn in das richtige Niveau, indem man denselben mit einer schweren Handramme einstößt, und zuletzt das ganze Pflaster mit einer dünnen Sandschicht von 1½ bis 2 Centim. Höhe überdeckt, damit sich beim Befahren die Fugen vollends ausfüllen. Fig. 83 zeigt eine Pflasterstraße im Vertikalschnitte. Wenn man beim Pflastern alte Pflastersteine mit verwendet, so muß man unter den letzteren die gewöhnliche Sandunterlage noch um so viel erhöhen, als die bereits

*) Von einigen englischen Baumeistern empfohlen.

Figur 82.



abgenutzten alten Steine an Höhe gegen die neuen verloren haben, damit die Oberfläche des Pflasters gleiche Höhe erhalte.

Manchmal werden zum Pflastern auch s. g. Kieselgeschiebe verwendet, welche nicht gut bearbeitet werden können. Man setzt diese entweder mit dem dickeren Ende nach unten gekehrt, damit sie sich nicht unter dem Drucke der Last senken, wobei jedoch allerdings die Oberfläche des Pflasters weniger geschlossen wird, oder man kehrt, um ein mehr geschlossenes Pflaster zu erhalten, das dickere Ende nach oben, etwa wie ein umgekehrter Grundbau, neigt aber das Pflaster, so daß der Druck die Unterlage mehr in der diagonalen Richtung trifft. Da die Zwischenräume dieser unbearbeiteten kugeligen Kieselgeschiebe immer weit größer sind, als die Fugen eines aus regelmäßig behauenen Steinen construirten Pflasters, so erfordert bei jenen die Pflasterung weit mehr Sandaufschüttung, als bei letzteren. Da die Pflasterstraßen die Entstehung von Geleisen nicht zulassen, so kann bei denselben die Wölbung bis auf $^1/_{50}$ der Breite zurückgeführt werden.

Wo Steinmaterial gänzlich fehlt, passende Holzsortimente aber in Genüge vorhanden sind, kann man mitunter selbst genöthigt sein, letztere zum Pflastern gefährlicher Stellen verwenden zu müssen, wobei die einzelnen Holzstücke „über Hirn versetzt werden," d. h. die eine Hirnseite die Kopffläche bildet. Auch zur Pflasterung hölzerner Brücken, die man so wenig als möglich belasten darf, verwendet man mitunter in holzreichen Gegenden Holzwürfel, welche durch eiserne Klammern, s. g. Diebel, miteinander verbunden werden. Um die Dauer der zum Pflastern benutzten Holzstücke zu verlängern, ist es gut, dieselben zu imprägniren oder zu kyanisiren. In Nordamerika, in Gegenden mit Holzüberfluß, finden Holzwege, Bretterwege ausgedehnte Anwendung.

III. Uebrige Bauten.

§. 97.

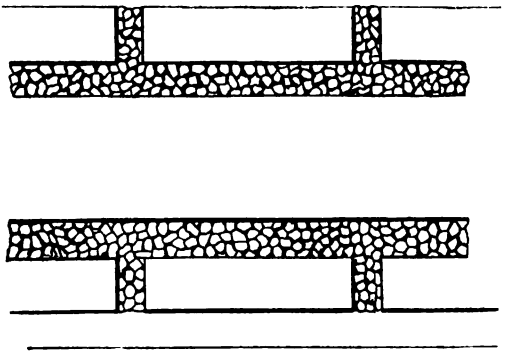
1. Von den Schütt- oder Sickerdohlen.

Nachdem bereits im §. 82 die Eintheilung der übrigen bei Straßenanlagen vorkommenden Bauten, welche theils aus Stein, theils aus Holz gefertigt werden, gegeben worden ist, wenden wir uns sogleich zu den Schütt- oder Sickerdohlen b, welche die Fig. 70, Seite 174, im Aufrisse zeigt.

Wo Straßenstrecken auf feuchtem, thonigem Boden, oder an nassen quellreichen Berghängen hinziehen, und die Seitengräben nicht ausreichen würden, das Innere des Straßenkörpers auszutrocknen, ist die Anlage der Sickerdohlen (auch Sickerstollen genannt), zur Abziehung der Feuchtigkeit aus der Straße und Ableitung derselben in die Gräben sehr zu empfehlen, und sollte bei Straßen- oder Weganlagen auf feuchten oder gar versumpften Stellen und auf thonigem Grunde niemals versäumt werden, zumal da der Bau dieser überaus nützlichen Entwässerungsanstalten höchst einfach und nicht kostspielig ist.

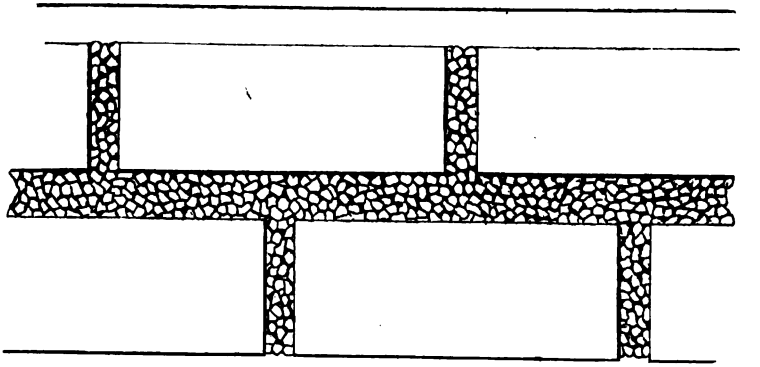
Die Schüttdohlen sind Canäle oder Gräbchen von 30—45 Centim. Sohlenbreite mit vertikalen Seitenwänden, welch' letztere aus der vorhandenen Erde gebildet oder trocken gemauert sein können, damit das Wasser von allen Seiten in dieselben einziehen kann. Sie erhalten eine Höhe von 30—50 Centm. und werden mit größeren Steinen so ausgefüllt, daß möglichst viel Zwischenraum zwischen diesen bleibt, damit das aus dem Straßenkörper absickernde Wasser in den Gräbchen abziehen kann, ohne deren Wände und Sohlen zu zerreißen. Oben wird auf das Füllmaterial eine Lage kleingeschlagener Steine, Kies, Faschinenholz, Stroh oder Heide aufgelegt, damit die Zwischenräume sich nicht durch einfallende Erde verstopfen und den Wasserabfluß hemmen, und endlich wird das Ganze mit Erde überdeckt.

Figur 84.



Die Sickerdohlen sollen wo möglich so tief gelegt werden, daß ihre Sohle um 30—50 Centim. unter den Grundbau zu liegen kommt, und werden am besten, Fig. 84, zwischen der Straßenaxe und den Fußbänken parallel mit ersterer, längs der zu entwässernden Strecke gezogen, und von diesen Hauptdohlen aus, in Entfernungen von 4—5 Meter, kleine s. g. Schlitzdohlen in die Seitengräben geführt, welch' letztere mit ihrer Sohle natürlich so tief liegen müssen, daß das in den Dohlen sich ansammelnde Wasser in sie einfließen kann. Oft genügt auch nur

Figur 85.



ein Hauptkanal, Fig. 85, der Länge nach unter dem Steinbaue mit den nöthigen Seitenkanälen, die dann abwechselnd nach beiden Seiten hin geführt werden.

Es versteht sich von selbst, daß diesen Dohlen ein geringes Gefäll gegeben werden muß, sowie daß bei Neubauten die Anlage derselben dem Grundbau vorhergeht und gleichzeitig mit den Erdarbeiten auszuführen ist.

§. 98.

2. Von den Mulden (Querkandeln, Ueberfällen) und Wulsten.

Wenn von Berghängen sich Wildwasser periodisch gegen die Straße ergießen und ihren Lauf über die Straßenrichtung nehmen, welchen man eine unterirdische Abtheilung mittelst Durchlässe nicht geben kann, oder zu großen Kostenaufwandes halber nicht geben will, in Folge deren aber die Straße Beschädigungen und Verschüttungen ausgesetzt wäre, oder wenn eine Straße ein Thal in gleichem Niveau mit dem Thalgrunde durchschneidet und dieses Thal gewöhnlich kein Wasser abführt, so sucht man

das periodisch sich gegen die Straße ergießende Wasser auf deren Oberfläche wegzuführen, und zieht zu diesem Zwecke über dieselbe nach der Quererichtung eine flache Vertiefung, deren Einsenkung (Tiefe) $^1/_{35}$ bis $^1/_{40}$ ihrer Weite betragen soll, gibt derselben eine ziemlich starke Neigung nach der Richtung des Wasserabflusses, damit der vom Wasser mitgeführte Schlamm, Sand und dergl. nicht in der Vertiefung sitzen bleibt, pflastert letztere möglichst dauerhaft aus, und nennt solche gepflasterte Vertiefungen in der Straßenoberfläche Mulden, Querkandeln oder Ueberfälle, Fig. 86. Die unterirdische Ableitung des Wassers ist der auf der Oberfläche immer vorzuziehen.

Figur 86.

Im Längenprofile soll die Mulde aus drei Kreissegmenten gebildet werden, wovon der Mittelpunkt des mittleren nach oben, jene der beiden äußeren nach unten liegen. In Bezug auf die Stellung der Mulden zur Straßenaxe ist zu bemerken, daß dieselben zwar häufig schief zur Axe geführt werden, und für auf Federn ruhende Fuhrwerke wohl angenehmer zu überfahren sein mögen, daß aber bei solchen schiefgestellten Mulden leicht Beschädigungen der Lastwagen dadurch entstehen können, daß beim Ueberfahren derselben immer ein Vorderrad mit je dem gegenüberliegenden diagonalen Hinterrade beinahe gleichzeitig in die Mulde kommt, was vermieden werden kann, wenn man die letztere mehr rechtwinkelig, höchstens unter einem Winkel von 80° zur Straßenaxe richtet.

Mulden möchten auch dann die Stelle der Durchlässe vertreten dürfen, wenn zu fürchten steht, daß letztere durch vom Wasser mitgeführtes Gerölle ꝛc. sich leicht verstopfen, obgleich im Allgemeinen den Durchlässen der Vorzug vor den Mulden schon deshalb eingeräumt bleiben muß, weil bei ersteren die ebene Straßenoberfläche erhalten bleibt, während sich im Winter in den Mulden gern Eiskrusten ansetzen und diese dann gefährlicher und langsamer zu passiren sind. Selbst die s. g. Querwulste oder Würste werden manchmal den Mulden vorgezogen, von denen sie sich dadurch unterscheiden, daß umgekehrt anstatt einer Vertiefung, eine flache, abgerundete Erhöhung der Quere nach über die Straße gebaut wird. Diese Wulste, die man mitunter bei Gebirgstraßen mit starkem Gefäll von Strecke zu Strecke angelegt findet, haben hier allerdings den Vortheil, daß das Regen- und Schneewasser auf nicht zu lange Strecken der Längenrichtung nach, auf der Straßenoberfläche fortziehen kann, sondern an den Wulsten, der Quere nach, von der Straße abgelei-

tet wird. Auch bieten dieselben dem aufwärts gehenden beladenen Fuhrwerke erwünschte Ruhepunkte zum Anhalten. Sie werden aus angemessenen Steinen von 15—30 Centim. Breite aufgesetzt, mit Aufschlagsteinen oder Kies abgeböscht und mit der Fahrbahn ausgeglichen, so daß bei einem 20—25 Centim. hohen Wulste seine Grundfläche zwei Meter und mehr beträgt. Auch erhalten dieselben eine sanfte Neigung in der Richtung des Wasserabflusses. Seiner Länge nach wird der Wulst, wenn zwei Seitengräben vorhanden sind, in einem nach der Bergseite gerichteten flachen Bogen, und wo nur ein Graben vorhanden oder das abfallende Wasser von einer Bergwand aufzunehmen ist, in gerader Linie schiefwinkelig über die Straße angelegt, um nicht zu beschwerliche Hindernisse für das Fuhrwerk zu bieten*). Bei Wegen mit starkem Gefälle findet man häufig, in der Absicht das Wasser nicht zu lange Strecken über die Straße rieseln zu lassen, in Entfernungen von 100—200 Meter kleine flache Quermulden von nur 10 Centim. Einsenkung und 1 Meter Breite angelegt, die am besten gepflastert sind. Oder man befestigt quer über die Straße Baumstämme als Wulste.

§. 99.

3. Von den Pflasterrinnen.

Pflasterrinnen sind flache, gepflasterte und parallel mit der Axe, an der Stelle der Seitengräben hinziehende und an manchen Oertlichkeiten diese vertretende Vertiefungen, welche dabei das Fundament des Straßenkörpers, oder etwa auch jenes der Böschungen und Stützmauern vor Beschädigung sichern und die Communication nach der Seite hin erleichtern, weil sie geringere Tiefe erhalten, als die Seitengräben, welche übrigens mit dem sich ansammelnden und abzuführenden Wasser im Verhältnisse stehen muß. Ihre Breite richtet sich nach der Tiefe, beträgt $^3/_4$ bis $^5/_4$ Meter und wird am besten aus zwei Kreisbögen gebildet, welche an dem Querschnitte der Straße tangiren, deren Durchschnitt aber gewöhnlich nicht abgerundet wird, sondern als scharfer Winkel bleiben soll, damit in demselben das Wasser in der größten Höhe und Geschwindigkeit abfließt und allen Schlamm leicht mitnimmt. Zu Rinnenpflaster sind schwere Steine von 20—25 Centim. Höhe, ebensoviel Dicke und verhältnißmäßiger Länge zu verwenden, damit

*) Aus der Instruktion für den Bau und die Unterhaltung der der Forstverwaltung unterstellten Waldstraßen des Herzogthums Gotha; — mitgetheilt in der Monatsschrift für das Forst- und Jagdwesen v. 1861. pag. 281.

dieselben durch Frost nicht zu leicht verrückt werden. Die Rinnen sollen ein Gefäll von mindestens 1 % erhalten, wenn sie aus rauhen Bruchsteinen, und von $^1/_2$ bis $^3/_4$ %, wenn sie aus behauenen Steinen gepflastert sind. Zur Verhütung des Ausspülens des Pflasters durch das Wasser auf leichtem lockerem Sandboden, ist es gut, dasselbe in Moos zu setzen. Die Fig. 71 Seite 174, zeigt bei a eine Pflasterrinne; ebenso befinden sich bei der Pflasterstraße, Fig. 83 Seite 191, zu beiden Seiten ganz flache Rinnen.

Die Oertlichkeiten, in welchen die Anlage von Pflasterrinnen räthlich erscheint, sind folgende:

a. bei Pflasterstraßen, oder überhaupt, wo die Straße an Gebäuden oder Mauern vorbeizieht und ein Graben zu viel Raum einnehmen, oder die Communication nach der Seite stören würde.

b. Bei starker Längenneigung der Straße, wo zu befürchten steht, daß das Wasser die Wände und Sohle der Seitengräben angreife, namentlich auf Sandboden.

c. Bei Durchstichen oder Einschnitten mit beengtem Raume und steilen Böschungen, wo zugleich den letzteren das Pflaster als Stütze dient.

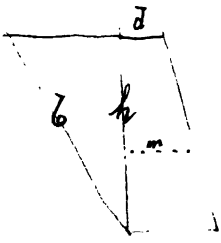
d. Wo die Straße an einem Bache oder Flusse hinzieht, um den Fuß der Böschung oder Futtermauer vor Unterspülung zu schützen, überhaupt auch da, wo das Wasser die Seitengräben beständig bespülen würde, und

e. bei an sehr steilen Berghängen hinziehenden Straßen zur Ersparung von Seitengräben, wo die für letztere erforderliche größere Breite die Bauarbeiten vermehren und vertheuern würde.

§. 100.

4. Von den Stütz- und Futtermauern.

Die Stütz-, Futter- oder Verkleidungsmauern vertreten in manchen Fällen die Stelle natürlicher Böschungen, wo der Anlage letzterer Hindernisse der Bodenverhältnisse oder Cultur entgegenstehen, oder Rücksichten auf Kostenersparung bestimmen, oder endlich, wo die für sich nicht haltbaren Erdböschungen einer dauerhaften Stütze bedürfen. Sie bestehen aus einem längs der abzuböschenden Wand oder eines betreffenden Theiles derselben zu errichtendem Profile aus Mauerwerk von möglichster Gleichheit und Festigkeit. Je nach den Verhältnissen, namentlich der geringeren oder stärkeren Strömung des die Böschung etwa bespülenden



Die Dicke der Mauerkrone d berechnet sich erfahrungsgemäß

bei lothrechter Aussenfläche $= \frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}\,b$

bei einer $\frac{1}{12}$ Böschung $= \frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{6}\,b$

" " $\frac{1}{12} - \frac{1}{8}$ " $= \frac{1}{8} - \frac{1}{7}\,b$

" " $\frac{1}{8} - \frac{1}{6}$ " $= \frac{1}{9} - \frac{1}{8}$

Als mittlere Mauerstärke m kann man

auf eine Mauerhöhe von		2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
bei Kalkboden	(0,25 h)	0,82 m	1,24	1,64	2,05	2,47
bei lothrechtem Sandboden	(0,22 × h)	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74

Andere geben als mittlere Stärke $\frac{1}{3}$ der Höhe an

Wassers, und je nach dem vorhandenen Materiale, können diese Mauern trocken oder in Mörtel aufgeführt werden, müssen aber im ersten Falle 1/4 mehr an Dicke erhalten. Die Trockenmauern können dann selbst aus nur rauh behauenen Steinen hergestellt werden, deren Zwischenräume mit kleineren Steinen ausgeschiefert oder mit Moos verstopft werden. Durch letzteres wird nicht nur jedem Steine ein gutes Lager gegeben und somit der Druck gleichmäßiger vertheilt, sondern es werden auch die äußeren Fugen geschlossen. Bei Mauern, die abwechselnd naß und trocken werden, erhält sich das Moos mehrere Jahre lang unverändert und begünstigt das Ansetzen von schlammiger Erde, wodurch die Fugen sich nach und nach völlig schließen. Ein besonderer Vortheil der Trockenmauern ist, daß sie das in die Hinterfüllungserde eingedrungene Regen- und Quellwasser überall leicht durchlassen, indem sämmtliche Fugen für diesen Zweck hinlänglich geöffnet bleiben. Aus letzterem Grunde aber kann deren Anlage nicht gebilligt werden, wenn die Böschungen vom Wasser bespült werden, in welchem Falle in Mörtel aufgeführte Mauern den Vorzug haben.

Ueber die Dicke der Stützmauern läßt sich nichts Absolutes angeben, weil dieselbe im Verhältnisse stehen muß mit dem gegen die Mauer ausgeübten Drucke der dahinter liegenden Erdmasse, mit der Cohäsion der letzteren und dem Festigkeitsgrade des Untergrundes, auf welchen die Mauer zu stehen kommt. Im Allgemeinen gilt als Regel: je größer und schwerer die gegen das Mauerwerk drückende Erdmasse, je geringer deren Cohäsion und je compressibler der Untergrund ist, desto stärker müssen die Mauern sein und umgekehrt. Man sucht dabei obige Factoren des Druckes möglichst gering zu machen. Würde die Mauer zuerst hergestellt, und dann hinter ihr die Erde aufgeschüttet, so würde die Cohäsion derselben am geringsten, und in Folge des allmähligen Setzens der Erdmasse größerer Druck zu erwarten sein, als wenn man gleichzeitig mit der Aufführung der Mauer hinter derselben die Erde einfüllt und schichtenweise feststampft. Besteht der Untergrund, auf den gebaut werden soll, aus Felsen oder Steinen von bedeutender Mächtigkeit, so ist dieser an und für sich dauerhaft und nicht nachgebend; wäre aber derselbe weich, so möchte, namentlich wenn die Böschung vom Wasser bespült wird, zuvor die Legung eines Rostes anzurathen sein, auf welchen die Mauer zu stehen kommt. Beim Aufführen der letzteren sucht man die stärksten Steine an deren unterem Theile zu verwenden und derartig zu verbinden, daß die Fugen der verschiedenen

Lagen nicht aufeinander treffen. Der äußeren Wand der Mauer gibt man je nach dem zu ertragenden Drucke eine ganz geringe Böschung von 1/3 bis 1/9 und noch weniger. Dabei kann das Profil ganz aus Mauerwerk bestehen, oder dazwischen vorhandene Felsen durch Mauerwerk verbunden werden. Bei sehr großer Höhe endlich kann man die Mauer terrassenförmig mit Treppenabsätzen anlegen. Fig. 75, Seite 179 zeigt eine Stützmauer a.

Die verschiedenen Verhältnisse, in denen die Anlage von Stütz- oder Futtermauern angezeigt ist, sind folgende:

a. bei steilem, abschüssigem, leichtem Boden, wo ein Abrutschen der Erdböschung zu befürchten wäre, oder zur Herstellung einer haltbaren Böschung aus Erde zu viel Grundeigenthum erworben werden müßte;

b. wenn die natürliche Böschung, namentlich gegen die Thalseite, zum Theil aus vorhandenen Felsenmassen gebildet wäre, welche mit der zur Herstellung einer vollständigen Böschung aufzuschüttenden Erde keine Verbindung eingehen, sondern wenn letztere nach jedem Regen abgeschwemmt würde; hier sucht man durch Zwischenlegen von Mauerwerk die Felsmassen zu verbinden, und so eine compacte Steinwand herzustellen;

c. an solchen Oertlichkeiten, wo kein Raum zur Herstellung natürlicher Böschungen vorhanden ist, z. B. in ganz engen Thälern, vor Gebäuden ꝛc.

d. wo die Straße an einem Bache oder Flusse hinzieht und die Böschung bespült wird, und

e. bei Straßen in Ebenen, die ziemlich hoch über das angrenzende Gelände gelegt sind, wenn der Ankauf des letzteren aber kostspielig und Mangel an Füllmaterial besteht.

Mitunter kann man eine Ersparung an Mauerwerk dadurch eintreten lassen, daß man die Stützmauer nur bis zu einer gewissen Höhe aufführt, und von da an die dann zu brechende Böschung aus Erde herstellt, und wo Steine fehlen, können an manchen Orten statt der Stützmauern auch s. g. Verwerkungen aus Holz (Beschlächte) angewendet werden. Sie bestehen aus einer Wand, gebildet durch über einander gelegte 6 bis 12 Meter lange Stämme, welche durch festeingezapfte, 1 Meter tief in den Berg eingetriebene Querhölzer miteinander verbunden sind.

Alles erzählt," gab Frau Heyne denn auch zu, „a
man wüßte doch gern noch mehr. Hat er Sach
hat er Geld mitgenommen?

„Sachen wohl schwerlich, ob Geld, kann Niema
so genau wissen; sein Portemonnaie wird er wohl
der Tasche gehabt haben."

„Und ist noch keine Nachricht von ihm eingetroffen

„Nein."

„Keine Spur?"

„Nein."

„Aber das ist doch zu merkwürdig. Was denken S
denn davon, liebe Frau Wilke?"

„Ich denke, er ist, weil er's in dem öden Ha
nicht aushalten konnte, auf eine seiner Touren in
Gebirge gegangen und wird nach etlichen Tag
wiederkommen."

„Da hätte er doch von unterwegs eine Nachri
senden müssen."

„Das hat er sonst auch nicht gethan."

„Hat sich denn das Gericht da noch nicht eing
mischt?"

„Bis jetzt noch nicht, weil man jede Stunde e
wartet, unser Herr werde wiederkommen. Jetzt wi
aber doch etwas geschehen müssen. Ich wollte darüb
eben mit Ihrem Herrn sprechen: er ist den Kinder
ja doch der Nächste, wenn ihr Vater —"

Sie stockte und sprach die ihr auf den Lippen schw
bende Vermuthung nicht aus.

„Na, wissen Sie, ich glaube nicht, daß Sie bei de
viel ausrichten werden," sagte Frau Heyne; si
rückte der Frau Wilke etwas näher und legte ihre Han
vertraulich auf deren Knie. „Er ist seit seiner Rück
kehr gar zu sonderbar; er hat die Praxis noch nich
wieder übernommen und ist noch nicht einziges Ma
ausgegangen. Wenn er nur in den Garten hinunter
geht, verschließt er sein Arbeitszimmer hinter sich,
als ob er Einbrecher fürchte. Am Morgen nach seiner

Vermittlung durch das Kaiserl. P

Expedition regelmäßig unter Kr

ommt in unserm Feuilleton ein ungewöhnlich
ng aus dem Arbeiterleben dem Besten ebenb

§. 101.

5. Von den Brücken*).

Jedes Bauwerk, welches zwei durch einen Fluß oder eine Schlucht getrennte Theile eines Weges zum Verkehre verbindet, heißt im Allgemeinen Brücke. Ist diese dabei nur von zwei, höchstens 3 bis 4 Meter von einander entfernten Unterstützungen getragen, so nennt man dieselbe Durchlaß; führt sie einen Weg über einen anderen, oder über ein Thal, Viaduct, und leitet sie ein Wasser über einen Weg, Aquaduct.

Das Material, aus welchem Brücken gebaut werden, ist Stein, Holz oder Eisen.

Die äußersten Stützpunkte der Brücke an den Ufern heißen Widerlager, die dazwischen stehenden Pfeiler, wenn sie aus Stein, — Joche, wenn sie aus Holzpfählen hergestellt sind; die Steintheile zwischen je zwei benachbarten Pfeilern heißen Bogen, die kleineren Bogen Gewölbe, und die Holztheile zwischen benachbarten Jochen Brückenfach.

Dem Forstmanne kommt die Leitung eines größeren, namentlich steinernen Brückenbaues wohl selten, oder gar nicht zu, sondern wo dergleichen Kunstbauten bei einer Waldstraße nothwendig wären, würde deren Ausführung einem Techniker vom Fache übertragen werden müssen. Da zudem große Brückenbauten bedeutende Geldsummen in Anspruch nehmen, so sind solche nur im Falle absoluter Nothwendigkeit bei Waldstraßen vorzunehmen, und ist wo möglich lieber der Straße eine Richtung zu geben, bei welcher jene entbehrlich werden.

Aus diesen Gründen soll auf den Bau steinerner Brücken hier nicht im Detail eingegangen, aber im Allgemeinen doch so viel angefügt werden, als auch der Forstmann von der Sache wissen sollte, dagegen auf die häufiger vorkommenden Bauten einfacher hölzerner Brücken die gehörige Rücksicht genommen werden.

---

*) Obgleich nach unserer im §. 47 gegebenen Definition, die Brückenbahn allerdings nicht zu den hier zunächst zu besprechenden Wegen gehört, so mag die Aufführung der Brücken in vorliegendem Lehrbuche in so fern gerechtfertigt erscheinen, als durch dieselben eine Verbindung zweier sonst getrennter Wegtheile hergestellt wird.

§. 102.

Von den steinernen Brücken.

Bei dem Baue einer steinernen Brücke kommen zunächst folgende Hauptpunkte in Betracht:

a. Die Stellung und Lage der Brücke;
b. die Lichtweite;
c. die Bogen und
d. die Pfeiler.

Zu a. Die Stellung der Brücke ist durch die Richtung der zu verbindenden Straßentheile gegen jene des zu überbrückenden Hindernisses angegeben. Schief gegen den Stromstrich gestellte Brücken sind sorgfältigst zu vermeiden, einmal weil sie größere Kosten erfordern, dann weil dieselben mehr den Beschädigungen durch Wassergewalt und Eisgang ausgesetzt, auch für die Schifffahrt nachtheiliger sind, als rechtwinkelig zur Strömung gerichtete Brücken. Hiernach wären also besser die Ausmündungspunkte der zu verbindenden Straßentheile geeignet zu verlegen, und bei Fixirung derselben darauf besonderer Bedacht zu nehmen, die Brücke an eine solche Stelle zu bauen, wo der Fluß seine normale Breite hat. Die zu verbindenden Straßentheile müssen ferner in möglichst gleichem und zwar in demselben Niveau gelegen sein, in welches die Fahrbahn der Brücke zu liegen kommt, um andere kostspielige Bauten, Auffahrten, entbehrlich zu machen. Die Breite der Brücke richtet sich nach deren Frequenz und Länge. Bei langen, starkbefahrenen Brücken sollen zwei sich entgegenkommende Fuhrwerke bequem ausweichen können und wo möglich neben noch Fußsteige vorhanden sein.

Zu b. Lichtweite nennt man die Entfernung zwischen den Unterstützungen der Brücke, oder die Breite des zwischen ihnen befindlichen Raumes. Ueber die Größe der Lichtweite läßt sich nichts Bestimmtes feststellen, da sie von der durchziehenden Wassermasse und deren Geschwindigkeit — wobei auf den höchsten Wasserstand und die Stauhöhe vor der Brücke in Folge des Anprallens Rücksicht zu nehmen ist —, sowie von den Dimensionen der durchpassirenden Schiffe bedingt ist. Zu enge sowohl, als zu breite Lichtweiten sind zu vermeiden, immer aber die ersteren die gefährlichsten, weil bei zu geringem Lichtraume, welcher die Was-

fermasse nicht aufnehmen könnte, Beschädigungen der Brücke zu befürchten wären.

Zu c. Die Größe der Bogen ist theils bedingt durch die Lichtweite (als Sehne) oder die Distanz der zu errichtenden Pfeiler, theils abhängig von der Höhe der durchfahrenden Schiffe, unter Berücksichtigung des sich hebenden Wasserspiegels und der Strömung, sowie des Umstandes, ob und in welcher Stärke Eisgang vorkommt. Die Zahl der Bogen soll wo möglich ungerade, und in keinem Falle darf dieselbe kleiner sein, als jene der nächstgelegenen Brücke stromaufwärts. Ist der Fluß Anschwellungen und Eisgang ausgesetzt, so müssen große Bogen errichtet werden; wenn nicht und wenn der Fluß nicht schiffbar ist, so wählt man kleine Bogen, weil diese bei gleicher Brückenlänge weniger kosten, es müßten denn für die hier in größerer Anzahl etwa auf ungünstigem Fundamente zu errichtenden Pfeiler kostspielige Unterbauten, als Roste, Aushebungen ꝛc. erforderlich werden. Die Zahl der Bogen- (Gewölb-) Steine muß eine ungerade sein, und der Schlußstein in die Mitte kommen. Ihre Fugflächen müssen rechtwinkelig auf der Wölbungslinie stehen, und man darf sie nur durch horizontale oder vertikale Flächen mit dem darüberliegenden Mauerwerke verbinden. Die Länge der Steine soll im Verhältnisse zu ihrer Dicke nicht groß sein, da sie sonst gern brechen.

In Bezug auf die Form der Bogen wäre noch Folgendes zu bemerken:

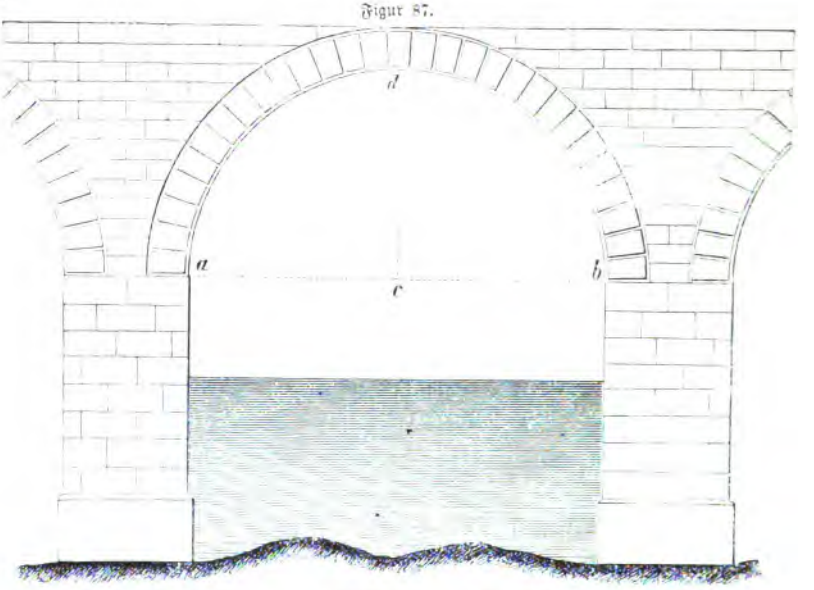
Die Punkte a und b Fig. 87, wo der Bogen in die Pfeiler mündet, heißen die Bogenanfänge, ab die Bogensehne, Spannung, Lichtweite oder Oeffnung, die in der Mitte von ab errichtete Senkrechte cd die Bogenhöhe oder der Pfeil, und im Punkte d befindet sich der Schlußstein. Je nachdem nun der Bogen größer oder kleiner, höher getrieben oder gedrückter, also das Durchlaßprofil ein anderes werden soll, wählt man entweder:

die Halbkreisform oder den vollen Bogen, $dc = ac = bc$ (Pfeil = $^1/_2$ Bogenspannung); diese Bogen sind am leichtesten ausführbar und die festesten von allen, oder

die Kreissegmentbogen; hier soll der Bogen niemals kleiner als $^1/_6$ des Kreises sein, oder endlich die nach ellipsoidischen Curvenlinien construirten

s. g. Curvenbogen, gedrückten Wölbungen oder Korb-

Figur 87.



bogen; in keinem Falle darf hier die Bogenhöhe kleiner als $^1/_8$ der Sehne sein.

Zu d. Die Form der Pfeiler im Grundrisse soll ein Rechteck sein, und die Höhe derselben sich nach dem herzustellenden Durchlaßprofile richten. Sie werden entweder auf den Untergrund gesetzt, wenn dieser hinlänglich fest ist, oder wenn er die erforderliche Tragfähigkeit nicht besitzt, auf s. g. Pfahl- oder auf liegende Roste gegründet. Man endigt unten die Pfeiler stromaufwärts in s. g. Vorköpfe, welche sich womöglich bis über den höchsten Wasserstand erheben sollen, um den Körper des Pfeilers vollkommen vor dem Anstoßen des Wassers zu schützen, und durch ihre dem Vorder- und Hintertheile der Schiffe ähnliche Gestalt nicht nur den Durchzug des Wassers zu befördern und die Wirbelungen zu vermindern, sondern auch die Bewegung der Schiffe zu erleichtern. Die Form dieser Vorköpfe trifft man verschieden an; die ungünstigste ist das Rechteck, die beste jene, welche aus zwei an der Vorderseite der Pfeiler tangirenden Kreisbogen besteht, deren Mittelpunkte beziehungsweise auf diesen liegen. Zwischen diesen Formen stehen die halbkreisförmige und das gleichseitige Dreieck, von welchen letzteres den Nachtheil gegen den Halbkreis hat, daß es den Beschädigungen durch Eisgang mehr ausgesetzt ist und die Wirbelungen vermehrt.

Noch erhöht wird der Schutz der Pfeiler, wenn man diese Vorköpfe mit Halbkegeln überlegt, wodurch sie mit dem Brückenkörper selbst verbunden werden.

Endlich ist noch zu bemerken, daß die Fahrbahn der Brücke, welche sowohl gepflastert als chaussirt sein kann, der Länge nach horizontal liegen und zu beiden Seiten durch die s. g. Brüstungsmauern eingeschlossen sein soll.

§. 103.

Von den hölzernen Brücken.

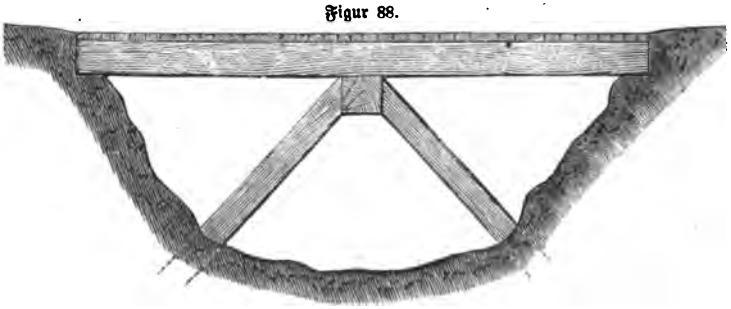
Mehr als die Construction steinerner Brücken interessirt den Forstmann jene der einfachen hölzernen Brücken. Breite Gräben, Abzugskanäle und Bäche in Waldungen, im Felde, auf Wiesen und in Gärten müssen überbrückt werden und zwar werden meistentheils hölzerne Brücken gelegt. Wenn aber auch der Forstmann nicht immer selbst mit deren Bau beschäftigt ist, so kann er doch oft in den Fall kommen, das zu denselben erforderliche Holz abgeben zu müssen.

Gar häufig findet man hölzerne Brücken der Kostenersparung halber an solchen Stellen errichtet, wo das zu überbrückende Wasser verengerte Ufer hat und seine Normalbreite nicht mehr besitzt. Sowohl im Allgemeinen ist dieses Verfahren, wie bereits früher erwähnt, fehlerhaft, namentlich aber in solchen Gegenden der Brücke Gefahr bringend, welche häufigen Ueberschwemmungen und Eisgängen ausgesetzt sind, weil alsdann das Durchlaßprofil der Brücke an solchen beengten Stellen ein zu geringes ist.

Die allereinfachste hölzerne Brücke über kleine Gewässer für Fußgänger und Reiter ist eine Bretterbahn, welche auf zwei von Ufer zu Ufer gelegten Balken ruht und gewöhnlich Steg genannt wird. Die Länge der Balken soll 6 bis 7 Meter nicht übersteigen.

Sollen auch Wagen von größerem Gewichte solche Brücken befahren,

Figur 88.



so müssen dieselben mindestens durch in das Bett des Gewässers gestellte s. g. Zimmerböcke unterstützt werden und wenn die Länge der Balken 7 Meter übertrifft, so müssen mehr als 2, etwa 5 von einem Ufer zum andern gelegt werden. Soll die Brücke noch breiter werden und für größere Lasten befahrbar sein, so ist weitere Unterstützung erforderlich. Je nach der Art dieser unterscheidet man:

a. Die Jochbrücken,
b. die Hängebrücken, und
c. die Sprengwerksbrücken,

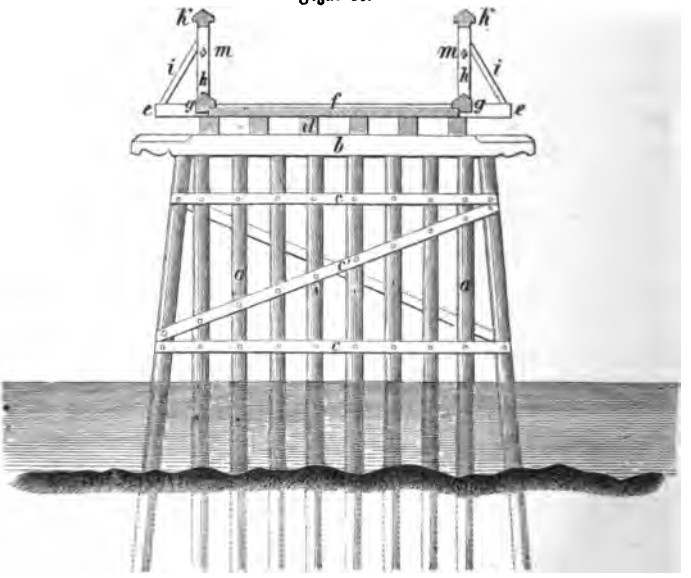
welche wir im Nachfolgenden näher betrachten wollen.

§. 104.

a. Die Jochbrücken.

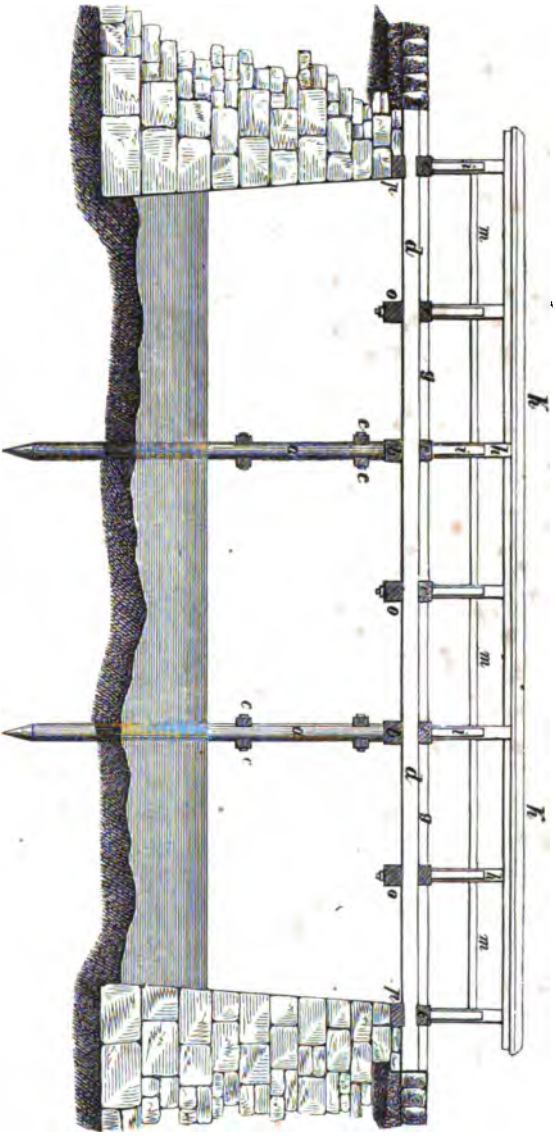
Die Jochbrücken sind die in Waldungen bei Bächen und kleinen Flüssen am häufigsten vorkommenden und zweckmäßigsten Bauten, und haben ihren Namen von den sie tragenden Unterstützungen, Joche genannt, welche in ihrer Gesammtheit das Standwerk, das Fundament der Brücke bilden. Fig. 89 zeigt den Querschnitt, Fig. 90 die Längenansicht einer

Figur 89.



Jochbrücke. Jedes Joch besteht aus einer oder auch zwei, in 60 bis 80 Centimeter Abstand parallel vor einander in die Richtung des Stromstiches gestellten Reihen senkrecht in das Wasser eingerammter Wasser- oder

Spundpfähle a, welch' letztere in der Reihe je 80 bis 130 Centimeter entfernt stehen. Die Anzahl der Pfähle jeder Jochreihe ist durch die Breite, die Zahl der Joche durch die Länge der Brücke bedingt, wobei jene in 5 bis 10 Meter Entfernung aufzustellen sind. Die Jochpfähle sollen aus gutem, kernigem Eichenholze zugerichtet werden, und ihre Länge richtet sich nach der Tiefe des Wassers und der Beschaffenheit des Untergrundes, in welch' letzteren sie zu wenigstens $^1/_3$ ihrer Länge eingerammt werden müssen*). Die Dicke derselben beträgt nach Verhältniß der Länge 30 bis 50 Centimeter, und es ist am besten, das Holz grün zu verbauen, nicht zu beschlagen, sondern nur zu schälen. Steht bei großer Höhe der Pfähle ein



Figur 90.

*) Als Regel wird gewöhnlich angenommen, daß die Tiefe der Pfähle im festen Boden wenigstens noch 2 Meter mehr betragen soll, als die beobachtete größte Wassertiefe bei Eisgängen.

Schwanken der Joche zu befürchten, so werden die letzteren auf jeder Seite der Jochwand noch durch Gurthölzer c befestigt, die 25 bis 30 Centimeter stark, 10 Centimeter eingeschnitten und mit durchgehenden eisernen Bolzen an die Pfähle festgeschraubt sind. Zwischen den 2 Meter von einander entfernten Gurtungen sind zwei Kreuzstreben c Fig. 88, angebracht, und diese gleichfalls mittelst eiserner Bolzen an die Jochpfähle befestigt. Um das Standwerk gegen die Angriffe durch Wassergewalt und Eisgang zu schützen, werden die äußersten Pfähle der Jochreihen mit starken Streben versehen, welche schief gegen die Wasserfläche gerichtet, mit ihrem oberen Ende in die Jochpfähle eingezapft, mit dem unteren fest eingerammt sind und die Stelle der Eisbrecher vertreten, oder es werden auch die äußersten Jochpfosten etwas geneigt eingerammt, wie Fig. 88 zeigt. Die Länge der Streben richtet sich nach jener der Wasserpfähle und ihre Dicke soll mindestens 40 Centimeter betragen. Eichenholz ist dazu das beste. Endlich können bei sehr bewegtem Wasser und häufigem Treibeis die Joche zum Schutze auf beiden Seiten mit starken Bohlen verkleidet werden.

Auf die Köpfe der Wasserpfähle eines jeden Joches sind die horizontalliegenden Brücken- oder Jochbalken b (auch Jochfette, Holm, Kronholz, Schwelle genannt) aufgezapft, deren Anzahl also jener der Joche entspricht. Ihre Länge richtet sich nach der Jochbreite, beträgt 4—6 Meter, die Breite 40—45 Centimeter, die Höhe 55—60 Centimeter, und sollen dieselben aus starken, gesunden Eichen oder Kiefernstämmen geschnitten sein. Auf diese Brückenbalken werden die Brückenruthen (Straßenträger) d der Länge der Brücke nach, zu je 5 bis 6 Stück von Joch zu Joch, in Entfernungen von 1 Meter von einander aufgelegt und flach eingekämmt. Noch besser ist es, wenn man, um die Jochbalken nicht zu schwächen, die Brückenruthen auf die Jochbalken blos auflegt und über dieselben parallel mit den Jochbalken die Deckschwellen e und jede Deckschwelle durch drei eiserne Bolzen mit dem Jochbalken verschraubt, so daß die dazwischen liegenden Brückenruthen sich nicht verrücken können. Je nach der Entfernung der Joche erfordern die Brückenruthen 5—10 Meter lange, 35—45 Centimeter dicke und 40 Centimeter breite, gut ausgetrocknete und gesunde, beschlagene Eichen-, Kiefern- oder Fichtenstämme. Zu Straßenträgern und Brückenruthen zieht man das Kiefernholz seiner größeren relativen Festigkeit halber dem Eichenholze vor. Sie werden mit den 12—15 Centimeter dicken, 30 bis 50 Centimeter breiten Brückenbohlen f (Fig. 89), der Quere nach dicht nebenander liegend, überdeckt, deren Länge sich nach der Brücken-

breite richtet. Soll anstatt Eichenholz zu diesen Bohlen Kiefernholz verwendet werden, so müssen dieselben 18—20 Centimeter dick genommen werden, und bei sehr stark benutzten Brücken ist es gut, noch eine Lage 10 Centimeter starker Bohlen für die Fahrbahn so aufzulegen, daß die Bohlen des oberen Beleges die Fugen des unteren jedesmal decken, und beide Lagen auf die Brückenruthen zu befestigen. Endlich können zu beiden Seiten s. g. Fuß- oder Kothbäume g von Eichenholz, 25 bis 30 Centim. stark, auf die Brückenbohlen nach der Länge der Brücke gelegt und an diese die Brückenbohlen angestoßen werden, so daß nach Innen ein Absatz entsteht. Sie werden am besten mit den Brückenruthen verschraubt.

In Ermangelung der bezeichneten Holzarten können auch Erlen, Rothbuchen, Lärchen und Ulmen zu Bohlen verwendet werden, wobei es vortheilhaft ist, sämmtliches Holz der Ausdauer halber mit Theer dick zu bestreichen, was aber nur bei ganz trocknem Holze geschehen darf, weil der Anstrich auf frischem Holz die Austrocknung hindert, rasche Zersetzung, also das Gegentheil der Absicht, eintritt.

Die Bohlen können zuletzt mit Kies oder Sand überfahren, dieser eingeebnet, und auf beiden Seiten müssen Abfälle, s. g. Auffahrten von 1/2 bis 1 Meter Länge gepflastert werden, welche übrigens nicht hoch sein dürfen.

Zu beiden Seiten wird das Geländer aus 1 Meter hohen, 25—30 Centimeter dicken, in die Brückenruthen oder Deckschwellen eingezapften Pfosten h gebildet, deren lothrechter Stand durch auf den Deckschwellen angebrachte Streben i gesichert ist, welche aus Eichenholz von 20 Centim. Stärke gefertigt sind. Die Pfosten h sind durch zwischen denselben eingelassene eichene Riegel m verbunden, und auf die Pfosten die Brustlehnen (Holme) k gezapft, die aus Eichenholz von 25—30 Centimeter Stärke bestehen und oben dachförmig gearbeitet sind, damit sie leichter abtrocknen. Ueberhaupt sollen alle an einem hölzernen Brückengeländer vorkommende Horizontalhölzer abgewässert oder über Eck gelegt werden. Auch können die Zwischenräume der Pfosten durch geschnittene Bohlen ganz ausgefüllt werden, welche auf dieselben befestigt, oder in Nuthen derselben eingeschoben werden und eine geschlossene Wand bilden. Im letzteren Falle müssen auf die Köpfe der Pfosten Balken eingezapft werden, um das Ausweichen der Bohlen aus den Nuthen zu verhüten.

Sehr erhöht kann die Tragkraft der Brücke werden, wenn man Tragschwellen o (Unterzüge), Fig. 90, anbringt. Sie vertheilen die Stöße des Fuhrwerkes auf alle Brückenruthen und hindern die vertikalen Schwing-

ungen. Man verwendet dazu Nadelholz von 35 bis 45 Centim. und werden diese Unterzüge durch je drei eiserne Bolzen mit den Deckschwellen und Brückenruthen verschraubt.

An beiden Ufern soll die Brücke auf gehörig festen, steinernen Widerlagsmauern ruhen, auf welche eichene Mauerlatten p (Fig. 90) gelegt, und auf letztere die Brückenruthen eingezapft sind.

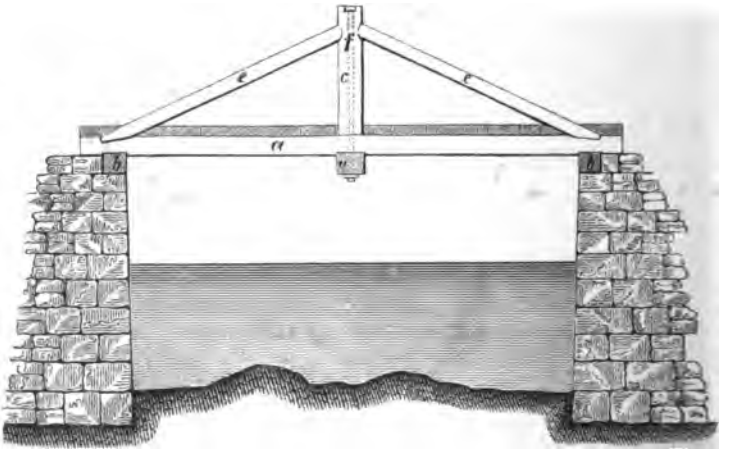
§. 105.

b. Die Hängebrücken.

Fig. 91 und 92.

Die Hängebrücken, welche ihren Namen von dem sie tragenden Hängwerke haben, errichtet man gewöhnlich da, wo von starkem Eisgange und von Anschwellungen des Flusses Beschädigungen der Joche zu befürchten wären, und eine weitere Unterstützung des Gebälkes außer den steinernen Widerlagern an den Ufern nicht möglich ist. Aus diesem Grunde gibt man auch den Brückenbalken mehr Stärke, als bei den Jochbrücken, und bringt an den Rändern der Bahn, d. h. auf den äußeren Balken die Hängwerke an, welche man in der Regel der Höhe des Geländers gleich macht. Die einzelnen Zimmerstücke eines Hängwerkes sind: die Hängsäule c, die Streben e, der Spannriegel d, (Fig. 92) und der Unterzug a. Bei Spannungen der Balken bis zu 10 Meter genügt eine Hängsäule, Fig. 91, als Unterstützung für den Balken oder Träger und zwar in dessen Mitte, mit welchem dieselbe durch das Hängeisen verbunden ist, oder in Form einer Zange den

Figur 91.



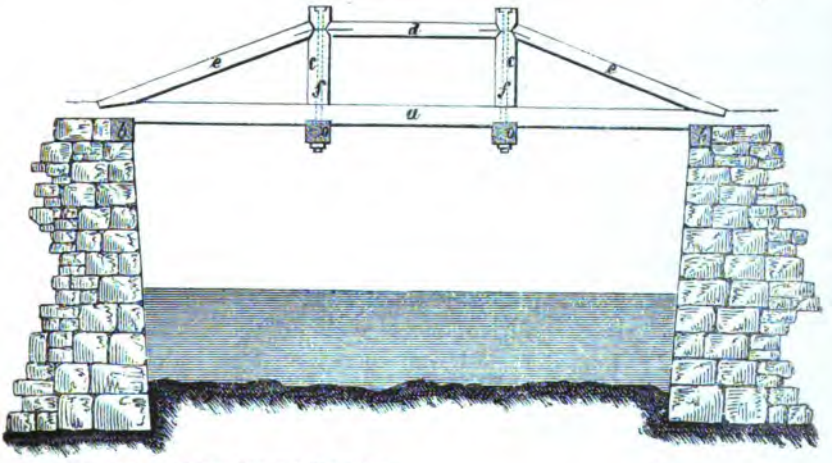
Balken umfaßt, dadurch einen Theil der Laſt auf ſich nimmt und auf die gegen einander ſtemmenden Streben e überträgt, welche ſie auf ihre Verſatzungspunkte an die Widerlager zurückbringen. Die beſte Neigung der Streben gegen den Balken iſt 45°, doch kann dieſe ſelten angenommen werden, weil die Hängewerke zu hoch würden; man wählt daher gewöhnlich 25—30°, niemals jedoch weniger als 22°. Ein gleiches Hängewerk befindet ſich am anderen Rande der Bahn in der Mitte des äußeren Balkens. Um nun dieſe Unterſtützung auch auf alle dazwiſchen liegenden Balken zu übertragen und zu vertheilen, wird ein Unterzug o, d. h. ein unter dem Balkenlager quer durchlaufender und an beiden Hängſäulen angehängter Balken angebracht.

Bei einer Spannung von 10 bis 18 Meter ſind zwei Hängſäulen auf jeden äußeren Balken nothwendig, (Fig. 92). Zwiſchen den beiden Säulen c befindet ſich ein Spannriegel d, 30—36 Centim. ſtark, welcher das Zuſammendrücken der beiden Hängſäulen durch die Streben verhindert. In dieſem Falle werden dann auch zwei Unterzüge o angebracht. Häufig läßt man bei ſolchen Hängwerken an den Verſatzungen der Streben auf den Tragbalken, ſowie an den Verbindungen der Spannungen und Streben, Verſtärkungen dadurch eintreten, daß man die Enden der Holzſtücke in paſſend geformte Gußſtücke einſetzt.

Bei noch größeren Spannungen rechnet man auf je 4 bis 5 Meter eine Hängſäule.

Da die Verſatzungen einen großen Druck auszuhalten haben, ſo müſſen ſie vor Näſſe geſchützt werden, um ihren unveränderten

Figur 92.



Bestand zu erhalten, weshalb die Brücken entweder bedacht, oder die Hängwerke auf beiden Seiten verschaalt werden, um sie gegen Sonne und Wetter zu sichern; jedenfalls soll sämmtliches Holz getheert werden. Die Brückenbalken a liegen auf den in die steinernen Widerlager an den Ufern eingelegten Mauerlatten b. Alles Uebrige wie bei den Jochbrücken.

§. 106.

c. Die Sprengwerksbrücken.

Fig. 93 und 94.

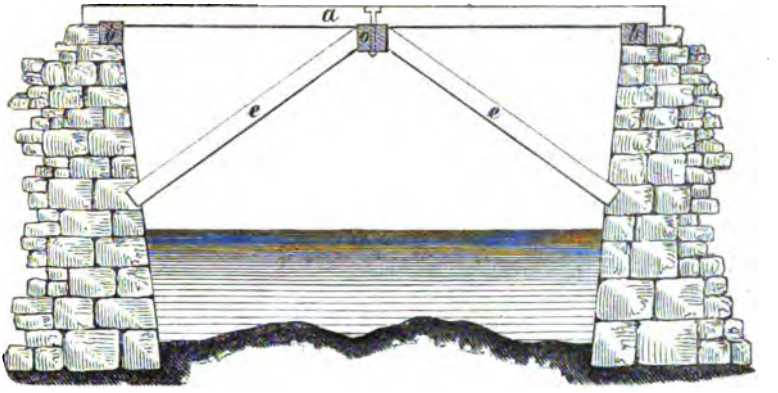
Diese nach ihrer Unterstützung, dem Sprengwerke, benannten Brücken können nur an hohen Ufern da angelegt werden, wo der Fluß seine vollkommene Normalbreite hat. Die Lagerbalken a ruhen auch hier an beiden Ufern auf gehörig starken Widerlagsmauern, und das unterhalb derselben angebrachte Sprengwerk, welches aus dem Spannriegel c (Fig. 94), den Streben e, den Unterzügen o und Zangen oder Eisen besteht, muß so hoch sein, daß Hochwasser und Eisgang die Streben nicht erreichen und beschädigen können.

Ist die Entfernung der Widerlager nur unbedeutend, so genügt es, wie Fig. 93 zeigt, die Brückenbalken a in ihrer Mitte zu stützen. Sämmtliche Balken ruhen auf einem durch Eisen mit ihnen verbundenen Unterzuge o, an dessen Seiten sich die Streben e anstemmen; auf beide Widerlager werden zur Vertheilung der Last die Mauerlatten b gelegt, und wenn die Widerlager aus Werkstücken bestehen, so können die Streben unmittelbar in diese eingesetzt werden; sind dieselben aber aus Bruch- oder Backsteinen aufgeführt, so müssen sich die Streben entweder gegen eine Mauerlatte stemmen, die den Druck vertheilt, oder sie werden in gußeiserne Schuhe eingesetzt. Kleiner als 25° soll der Neigungswinkel der Streben mit der Horizontalen in keinem Falle angenommen werden.

Die Zahl der Sprengwerke unter den Brückenbalken richtet sich nach der Belastung der Brücke, jedenfalls müssen deren zwei an den äußeren Tragbalken und Enden der Unterzüge angebracht sein.

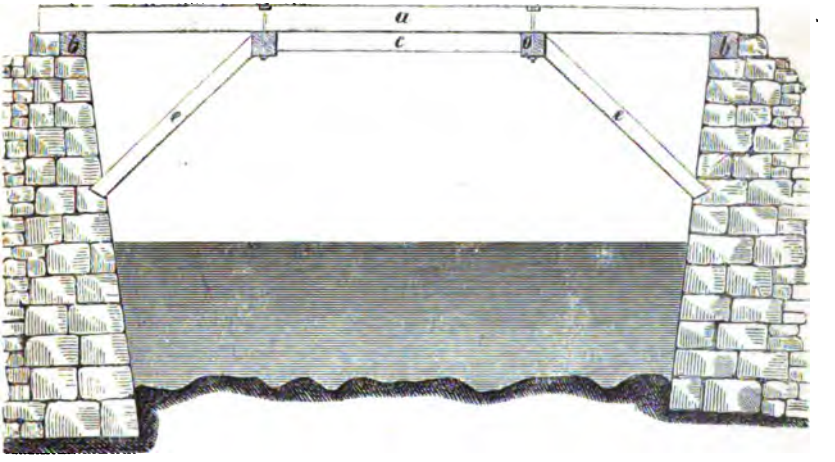
Bei größerer Spannweite bis zu 15 Meter müssen die Tragbalken an zwei Punkten unterstützt werden, und man legt deßhalb, (Fig. 94), unter dieselben einen Spannriegel c, gegen welchen sich die Streben e stemmen. Der Spannriegel ist mit dem Tragbalken durch Keile, Zangen oder Verzahnung verbunden, muß stark sein, darf sich nicht biegen und soll nicht zu lang sein.

Figur 93.



Wenn nicht alle Brückenbalken ein Sprengwerk, sondern nur etwa die beiden äußeren ein solches erhalten, ist es zweckmäßig, die Enden der Spannriegel in Unterzüge o zu verzapfen oder einzusetzen, und gegen die letzteren die Streben zu stoßen.

Figur 94.



Alles Uebrige wie bei den Jochbrücken. Zur größeren Festigkeit kann man auch Häng- und Sprengwerke mit einander verbinden.

§. 107.

6. Von den Durchlässen.

Es ist für die Erhaltung einer Straße von Wichtigkeit, daß das in den Gräben sich ansammelnde Wasser freien Abzug erhalte,

und die Straße nicht unterwühle oder überfluthe. Zu diesem Behufe müssen an allen Wechselgefällpunkten, wo das Wasser von zwei gegen einander geneigten Ebenen zusammenfällt, dann aber auch bei ebenen Straßen und an Berghängen, wo sich viel Wasser gegen die Straße ergießt, in angemessenen Zwischenräumen, endlich da, wo Quellen und Sümpfe sich in der Nähe befinden und Fall gegen die Straße haben, s. g. Durchlässe (unterirdische Canäle) quer unter der Straße durch angebracht werden, deren Sohle man einiges Gefäll in der Richtung der Wasserableitung zu geben pflegt, um den Durchzug des Wassers zu befördern.

Vor Allem müssen die Durchlässe das gehörige Durchlaßprofil, d. h. eine Höhe und Lichtweite erhalten, welche sie geeignet macht, die aufzunehmende Wassermasse schnell durchzuführen und deren Aufstauung zu verhindern. Zur Abführung allenfalls nur periodisch vorkommenden Wassers kann das Durchlaßprofil kleiner sein, als bei beständig fließendem, vorausgesetzt, daß im ersteren Falle dadurch kein Nachtheil für die Straße entsteht, wenn das Wasser vor dem Durchlasse einige Zeit aufgehalten wird und langsamer, weil durch eine kleinere Oeffnung, abfließt. Die größte Wassermasse hat ein Durchlaß dann aufzunehmen, wenn bei einem warmen Regen der Boden noch gefroren und mit Schnee bedeckt ist, und wenig Wasser in sich aufnehmen kann. Zu solcher Jahreszeit müssen daher die Durchlässe stets offen gehalten werden. Es ist nützlich bei localkundigen Männern über die bei starkem Regen und plötzlichem Schneeabgang vorkommenden Wassermengen sich zu erkundigen.

Die geringste Breite und Höhe der gedeckten Durchlässe soll 65 Centimeter im Lichten betragen und die Mauerstärke nicht zu gering sein; bei behauenen Quadern mag $^1/_2$ Meter genügen, Rauhmauerwerk ist stärker zu machen. Die Deckplatten der Durchlässe sollen auf jeder Seite 3 — 5 Centimeter über die Canalbreite reichen und sollen mindestens 15 Centimeter tief unter der Steinbahn liegen.

Wenn der Wasserzufluß so groß ist, daß der Durchlaß mehr als 130 Centimeter lichte Breite erhalten müßte, so ist es zweckmäßig, einen Doppelcanal, nach Umständen sogar einen dreifachen zu bauen, jedem nur etwa 70 Centimeter lichte Weite zu geben und die Zwischenwände nicht zu schwach zu machen. Man wird aber unter diesen Verhältnissen häufig einen gewölbten Durchlaß zu bauen vorziehen.

Wo möglich fertigt man die Durchlässe der größeren Dauerhaftigkeit halber aus Mauerwerk, und nimmt nur bei gänzlichem Mangel brauchbarer Steine seine Zuflucht zum Holze.

§. 108.

Steinerne Durchläſſe.

Die ſteineren Durchläſſe können entweder:

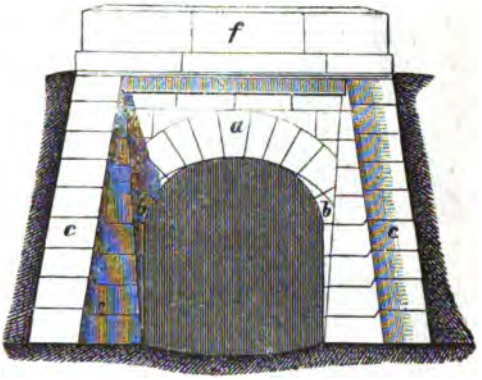
gewölbte Durchläſſe oder

mit Steindeckeln verſehene, ſ. g. Deckeldohlen ſein. Fig. 95 zeigt einen gewölbten Durchlaß von der Außenſeite, Fig. 96 einen Vertikalſchnitt in der Mitte der Straße.

Bei den gewölbten Durchläſſen unterſcheidet man folgende Theile:

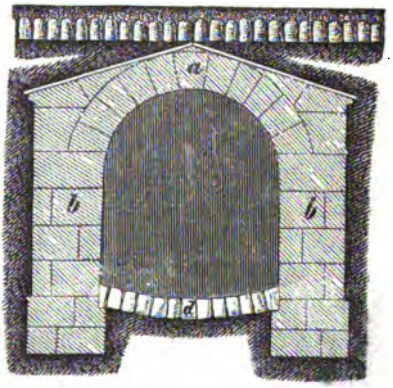
1) Das Gewölbe, welches auf
2) den Widerlagsmauern ruht, und
3) die Flügelmauern.

Figur 95.



Die Gewölbe a werden entweder aus behauenen, 40 — 45 Centimeter dicken Werkſtücken, oder aus gewöhnlichen, wenigſtens 55 Centimeter dicken Bruchſteinen, oder auch aus gebrannten Steinen gemauert. Die dauerhafteſte Form iſt der Halbkreis, wenn dabei der Durchlaß nicht zu hoch getrieben wird; niemals darf der Bogen jedoch weniger als $^1/_6$ des Kreiſes betragen.

Figur 96.



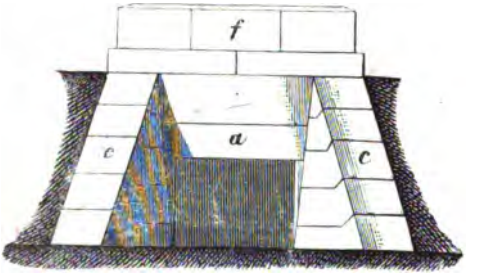
Widerlagsmauern b heißen jene ſenkrechten, parallel geſtellten Mauern, auf denen das Gewölbe ruht. Sie müſſen aus wenigſtens 70 Centimeter dickem Mauerwerke beſtehen, bei einem flachen, 1 Meter weiten Bogen aber, oder bei einem vollen, 1,3 Meter weiten Bogen (Halbkreis), ſollen dieſelben 80 — 90 Centimeter dick ſein, und für jeden Meter größere Ge-

wölbbreite noch 1/3 Meter an Dicke zugegeben werden. Bei einer 1,5 Meter übersteigenden Höhe erhalten dieselben unter Beibehaltung obiger Normen eine geringe (1/5 bis 1/6) Böschung.

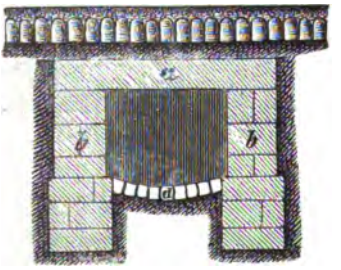
Die Flügelmauern c werden da, wo der Durchlaß in die Straße und aus derselben mündet, gegen den Fuß der Straßenböschung hin angebracht und erhalten die Neigung der letzteren, (Fig. 95); ihre Dicke soll mindestens 65 Centimeter betragen, mit ihren untersten Enden werden dieselben gewöhnlich um den vierten Theil ihrer Länge auseinanderlaufend angelegt.

Die Deckeldohlen unterscheiden sich von den gewölbten Durchlässen durch eine Bedeckung mit Steinplatten a statt des Gewölbes; Fig. 97 zeigt eine Deckeldohle von der Außenseite, Fig. 98 den Aufriß in der Mitte der Straße. Die Weite derselben richtet sich nach der Länge und Dicke der zu verwendenden Decksteinplatten, welche mindestens 15 Centimeter dick und um so dicker sein müssen, je größer die Lichtweite ist. Sie werden nur an den Stoßfugen rauh bearbeitet, und letztere mit Moos oder Rasen verstopft, oder auch dünne Steinplättchen, Ziegel- oder Schieferstücke aufgelegt. Da die Deckplatten, namentlich je breiter und dicker sie sind, den Bau der Durchlässe oft sehr vertheuern, so kann es sparsamer sein, wie schon erwähnt, schmalere Doppelcanäle zu bauen. Für sehr plötzliche Wasseranschwellungen zieht man jedoch die weiteren Einzel-Durchlässe vor.

Figur 97.

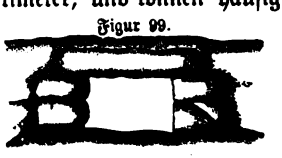


Figur 98.



Die Widerlagsmauern b bedürfen einer Dicke von 45 — 60 Centimeter, und können häufig trocken (ohne Mörtel) aufgeführt und die Zwischenräume mit Moos verstopft werden; es erfordern jedoch diese trocken gemauerten Durchlässe häufigere Reparaturen, als die mit Mörtel aufgeführten. Wo Steinplatten selten, dagegen

Figur 99.



Gußeisen billig ist, kann man die Dohlen auch mit letzteren decken, und wo der Basalt säulenförmig bricht, legt man auf die Widerlager Basaltblöcke, deren Zwischenräume mit kleinen Steinen ausgekeilt werden. Selbst die Widerlagsmauern können dann aus Basaltsäulen aufgeführt werden. Endlich können auf der Straße bei den Durchlässen, zur Beseitigung der Gefahr, Schutzgeländer oder Brüstungen f (Fig. 95 und 97), angebracht werden.

Eine ganz einfache Art von Deckeldohlen zeigt Fig. 99.

§. 109.

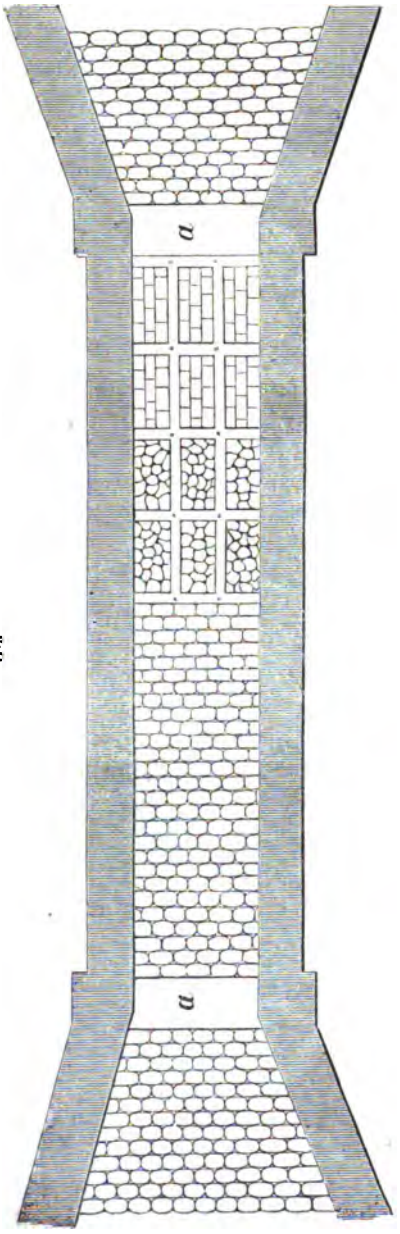
Hölzerne Durchlässe.

Die hölzernen Durchlässe werden aus übereinandergeschichteten und mit einander befestigten Stämmen (Widerlager) gebildet, welche oben mit Stammstücken quer überlegt sind. Eichen, Ulmen, Erlen, alte harzige Kiefern sind die dazu tauglichsten Holzarten. Tanne und Birke halten nicht lange aus, weil die zu Widerlagern verwendeten Stämme auf der einen Seite der Luft ausgesetzt sind, auf der anderen mit der Erde in Berührung stehen und fortwährend dem Wechsel der Trockenheit und Feuchtigkeit unterliegen. Auch können die Widerlager aus gleich hohen, senkrecht eingerammten Pfählen der genannten Holzarten gebildet werden, obgleich diese dem Wasser mehr seitlichen Einfluß in den Straßenkörper gestatten. Fig. 100 zeigt einen hölzernen Durchlaß.

Figur 100.

Bei geringer abzuführender Wassermasse kann man anstatt eines Durchlasses der vorbeschriebenen Art auch eine cylindrische Röhre aus Gußeisen oder Thon, eine Brunnenteichel, einen ausgebohrten Eichen- oder Kiefernstamm, selbst einen halbausgehöhlten Baumstamm, mit der Höhlung nach unten liegend, verwenden, welche Röhren auf mehrere Querhölzer aufgelegt, ziemlich lange aushalten, sich freilich aber nach starken Regengüssen leicht verstopfen. Ueberhaupt sind die aus Holz gebauten Durchlässe nur Nothbehelfe. Das zu verwendende Holz soll mit warmem Theer getränkt oder angekohlt werden, um dasselbe haltbarer zu machen. Wie Fig. 100, welche den Grundriß eines Durchlasses zeigt, zu erkennen gibt, müssen bei sämmtlichen, sowohl steinernen als hölzernen Durchlässen, die Ein- und Ausflüsse, sowie die Sohle d (Fig. 96 und 98), über welche

das Wasser fließt, zur Vermeidung des Aufreißens und Unterspülens der Flügelmauern und Widerlager, gut gepflastert, geplattet, mit Steinen ausgerollt, oder bei sumpfigem, weichem Untergrunde mit einem Roste versehen werden, wobei die durch die Rostschwellen gebildeten Felder durch Grundbau ausgesteint, ausgepflastert oder ausgemauert werden, und diese Befestigungsmittel sind um so nothwendiger, je größer der Durchlaß, die Wassermasse und deren Geschwindigkeit ist.



Figur 101.

Das durch die Oeffnungen der Durchlässe fließende Wasser wird oft so reißend, daß es die Sohle in kurzer Zeit ausspülen würde, selbst wenn diese gepflastert ist. Um diesem Uebelstande zu begegnen, ist es zweckmäßig, an beiden Seiten der Sohle eine Mauer a, Fig. 101, von einem Widerlager zum andern zu ziehen und so tief wie die Sohle der letzteren zu legen. Diese Mauern a werden derart mit Steinen bedeckt, daß sie mit dem Pflaster in gleicher Ebene liegen.

Der Bau der Durchlässe ist gleichzeitig mit den Erdarbeiten in Angriff zu nehmen und wenn die Aufmauerung nicht gleichzeitig mit den Planirungsarbeiten ausführbar sein sollte, wenigstens die entsprechende Lücke im Planum zu lassen, um nicht nochmals die aufgetragene Erde wieder abgraben zu müssen. Es ist zweck-

mäßig, den fertigen Durchlaß zunächst mit einer möglichst hohen festgestampften Lehm- oder Thonschicht zu bedecken, ehe die weitere Erdaufdämmung erfolgt.

§. 110.

7. Von den Wassereinfällen, Einfallstrichtern, Senkgruben.

Nicht zu verwechseln mit den Durchlässen sind die, namentlich an der Bergseite der Gebirgsstraßen vorkommenden *Wassereinfälle oder Einfallstrichter*. Sie bestehen aus einem vertikalen, 54 - 60 Centimeter dick ausgemauerten *Schachte*, dessen Horizontalschnitt ein Quadrat von 80 — 100 Centimeter Seite im Lichten darstellt. Durch diesen Schacht stürzt das von dem Berghange anströmende und in dem Graben sich ansammelnde Wasser in den Durchlaß, um in letzterem unter der Straße hindurch abzufließen. Zur Beseitigung der Gefahr werden diese Schachte mit besonderen *Deckeln*, welche von den Seiten her dem Wasser Einfluß gestatten, geschlossen, oder auch mit *Eisengittern* überlegt, und die Einflüsse gepflastert oder aus Werkstücken construirt. Diese Schachte sind ganz ähnlich den bei Pflasterstraßen in Städten da vorkommenden, wo mehrere Straßenrinnen sich vereinigen, um das Wasser in einen unterirdischen Abzugscanal zu versenken, damit es nicht in zu großer Masse, von allen Seiten her zusammenströmend, die Straßen überfluthe. In Fig. 71, Seite 174, ist unter b ein solcher Einflußtrichter angedeutet, durch welchen das Wasser in den Durchlaß c stürzt und in diesem nach der anderen Seite der Straße abfließt.

Wenn endlich eine Straße *auf große Länge fast horizontal liegt* und dem Wasser ein seitlicher Abfluß aus den Gräben in gewissen Entfernungen nicht gegeben werden kann, so bringt man in der Sohle der Gräben mit Vortheil von Strecke zu Strecke s. g. *Senkgruben* an, gegen welche jene geneigt ist und in welche das Wasser fällt. Sie werden das aufgenommene Wasser nach tiefer gelegenen, sonst nicht erreichbaren Stellen absickern lassen, und dieses wird dann in keinem Falle in den Gräben stehen bleiben. Die Senkgruben sind runde oder viereckige Löcher von 70 — 100 Centimeter Durchmesser, 1 bis $^1/_2$ Meter Tiefe, und müssen stets rein und offen gehalten werden. Die Gräben sind wo möglich vor denselben zu pflastern, und der aus ihnen gehobene Schlamm kann als Dünger benutzt werden.

IV. Nebenanstalten.

§. 111.

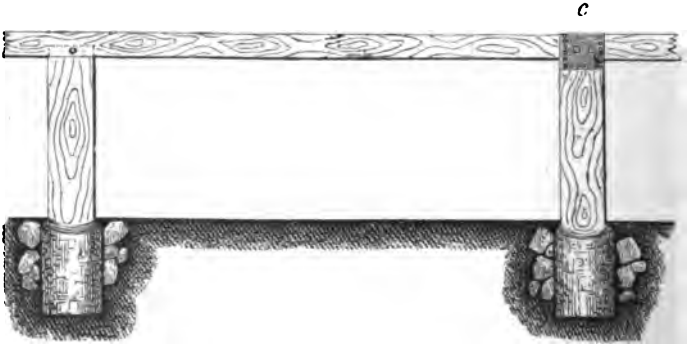
1. Von den Sicherheitsanstalten.

Nach der bereits im §. 82 gegebenen Eintheilung gehen wir sogleich zu den Sicherheitsanstalten über, worunter man Vorrichtungen versteht, welche bestimmt sind, an allen gefährlichen Stellen der Straße Unglücksfällen vorzubeugen, und die in der Regel aus verschieden eingerichteten Schutzgeländern bestehen. Solche gefährliche Stellen sind nun z. B. hohe, steile Böschungen oder Stützmauern, sowohl bei Straßen in der Ebene als im Gebirge, namentlich hier an der Thalseite und bei den Krümmungen, ferner wo die Straße an einem Abgrunde, einer Schlucht, einem See oder Fluß u. s. f. vorüberzieht.

Die Schutzgeländer stehen am äußersten Rande der Fußbank und können auf folgende verschiedene Weisen hergestellt sein:

Entweder ganz aus Holz: In Entfernungen von 4 — 5 Meter werden starke, etwa 18 Centimeter dicke, 2 Meter lange, abgehobelte Pfosten aus Eichenholz 70 Centimeter tief in den Boden eingetrieben. Auf die Köpfe dieser, zur längeren Conservirung an ihren im Boden stehenden Enden angekohlten Pfosten, werden Holme von 15 — 20 Centimeter Dicke derselben Holzart, nachdem diese vorher nach zwei Seiten hin zum Abfluß des Wassers abgedacht worden, horizontal fest eingezapft, und mitunter auch zwei Reihen solcher Holme übereinander angebracht. Zur größeren Dauer pflegt man das ganze Geländer mit Oelfarbe oder Theer dick zu bestreichen. Die Fig. 102 zeigt ein solches Schutzgeländer. Die

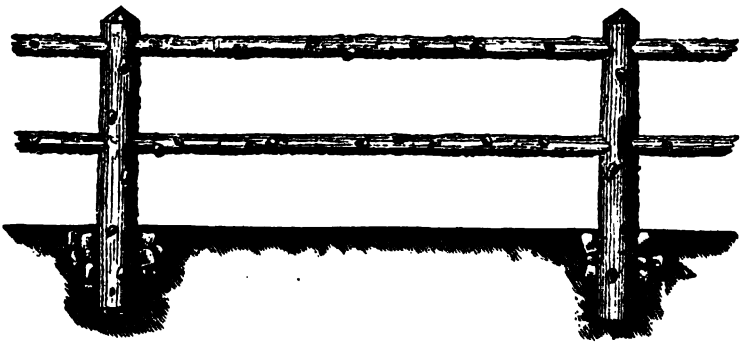
Figur 102.



Pfosten sind von Eichen- oder Föhrenholz, die Zapfen und Verplattungen betheert, und die Holme an ihren Stößen mit einer Blechkappe c versehen.

In Fig. 103 sind Pfosten und Holme gleichfalls von Holz, aber nicht entrindet; jene sind an ihren unteren Enden angekohlt, diese an ihren Einsätzen mit Theer bestrichen. Derartige Geländer werden oft als provisorische angelegt und brauchen nur so lang zu halten, bis der (aus Akazien, Hainbuchen ꝛc.) angelegte lebende Zaun herangewachsen ist, welcher endgiltig als Sicherheitsgelände dienen soll.

Figur 103.



Statt der Eichenposten können auch, je nach der Härte des zu verwendenden Materiales, 25 — 35 Centimeter dicke Steinsäulen in den oben angegebenen Entfernungen gesetzt werden, gleiche Höhe wie die Holzpfosten erhalten, und ebenso tief im Boden stehen. Die Holme können hier wieder von Holz sein, und in seitlich ausgehauene Vertiefungen der Steinpfosten eingelegt, oder auch auf deren Kopfflächen durch versenkte Schrauben befestigt werden. Die Fig. 104 zeigt ein Schutzgeländer mit

Figur 104.

mit Sandsteinpfosten. Die Holme sind hier nicht auf, sondern in die Steine befestigt und durch Kloben n, n gegen eine Längenverschiebung gesichert. Fig. 105 ist ein Schutzgeländer mit Sandsteinpfosten, wobei die Holme von Schraubenbolzen n gehalten sind, die mit Sandschwefel eingegossen sind. Die Ueberplattungen sind betheert und mit Blechkappen bedeckt. Endlich können statt hölzerner Holmen 3 — 4 Centimeter dicke eiserne Lehnen, am besten in zwei parallelen Reihen übereinander, zwischen den Steinsäulen angebracht werden, in welchem Falle aber der Abstand der letzteren nicht mehr als 3 Meter betragen soll.

Figur 105.

Da die auf hölzerne Pfosten aufgezapften Geländer durch das Eindringen der Feuchtigkeit in die Fugen der Verzapfung bald der Fäulniß unterliegen, so möchten Steinsäulen den Holz-Pfosten immer vorzuziehen sein.

Auch s. g. Brustmauern und Abweissteine vertreten die Stelle der Schutzgeländer. Die ersteren sind 130 Centimeter hohe, 45 — 60 Centimeter dicke, aus behauenen oder unregelmäßigen Bruchsteinen, oder auch aus gebrannten Steinen aufgeführte Mauern, welche zur Conservirung mit Deckplatten oder Rasenstücken überlegt werden. Die Stärke und Tiefe ihres Fundamentes richtet sich nach der Beschaffenheit des Untergrundes, und alle 2 Meter etwa müssen unten durch dieselben Wasserabflußlöcher von 15 — 20 Centimeter Seitenlänge angebracht werden. Unter Abweissteinen, (Prellsteinen) Fig. 106, versteht man isolirte, höchstens 2 Meter von einander, 1 Meter außer, 1/2 Meter im Bo-

Figur 106.

den stehende Steinsäulen a*), zwischen denen ein Wagen nicht durchpassiren kann. Die der Straße zugekehrte Seite erhält zur leichteren Abwendung der Räder eine Abrundung. Am unteren Ende haben diese Steine größere Dicke, 30—45 Centim., am oberen 25—30 Centim., und werden am besten mit ihren oberen Enden etwas schief (von der Straße abgekehrt) eingesetzt. Auf Straßen von geringer Bedeutung nimmt man dazu rauhe Steinblöcke. Oft befinden sich diese Prellsteine auch an der Grenze zwischen der Fahrbahn und den Fußbänken, wie in unserer Figur, und schützen hier die letzteren vor dem Befahren.

Auch können an weniger gefährlichen Stellen statt der Brustmauern etwa 75 Centim. hohe Erddämmchen mit Böschung und 30 Centim. oberer Breite aufgeworfen werden, welche stellenweise unterbrochen sind, um dem Wasser seitlichen Abfluß zu gestatten.

In vielen Fällen endlich können die Schutzgeländer an hierzu geeigneten Böschungen durch dicht erzogene lebendige Zäune von Hainbuchen, Kreuzdorn oder Akazien ersetzt werden, welche bei sorgfältiger Behandlung und Beschneidung sich bald so fest verflechten, daß sie den kräftigsten Widerstand leisten, außerdem eine Zierde der Straße sind. Das Laub der Akazien kann als Schaf- und Ziegenfutter verwendet werden.

§. 112.

2. Von den Alleen und Baumpflanzungen.

Alleen zu beiden Seiten der Straße möchten im Allgemeinen wichtiger für nichtbewaldete Gegenden sein, während dieselben bei Waldstraßen, wo sie mitunter wohl auch vorkommen, den ohnehin beschränkten Luftzug noch mehr hemmen, und die Abtrocknung derselben verhindern**), namentlich wenn die Straße durch hohe, enge Thäler zieht***). Dagegen findet

*) Umpfenbach hielt eine Höhe der Abweiser von 1/2 Meter für genügend, um die Naben der daranstoßenden Räder nicht zu beschädigen.

**) Es gibt zwar gewisse Oertlichkeiten, s. g. Windlagen, und ebenso Bodenverhältnisse, bei welchen die Alleen als Schutz gegen zu starkes Abtrocknen und dadurch bedingtes Holprigwerden der Wege betrachtet werden können.

***) In solchen Lokalitäten ist es sowohl zur Förderung der Abtrocknung, als zum Zwecke der öffentlichen Sicherheit oft nothwendig, und bei durch Waldungen ziehenden Staatsstraßen (Chausseen) gesetzlich bestimmt, auf beiden Seiten bis auf eine gewisse Entfernung, etwa 6 Meter, das Gelände uncultivirt zu belassen oder auszulichten. Bei Waldstraßen müssen jedenfalls die von den benachbarten Waldungen auf die Straße überhängenden Zweige stets entfernt werden; am nachtheiligsten ist die Beschattung für von Osten gegen Westen ziehende Straßen, weniger für die an der Mitternachtsseite gelegenen.

man wieder an anderen Orten, z. B. in breiten Thälern und Ebenen, Waldstraßen mit den schönsten Alleen der italienischen Pappel. Es handelt sich eben bei allen derartigen Verhältnissen darum, das der Oertlichkeit Entsprechende unter Zusammenhalt der sich daran knüpfenden Vortheile und Nachtheile geschickt auszuwählen.

Um so angenehmer und nützlicher aber sind diese Baumpflanzungen bei Straßen und Wegen, welche nicht durch Waldungen ziehen, einmal wegen des Schattens gegen die Sonnengluth, welchen sie dem Wanderer gewähren, der Verschönerung der Gegend und wegen des Nutzens durch Holz und Fruchtertrag, dann aber auch weil in vielen Fällen die Alleen zugleich die Stelle der Sicherheitsgeländer vertreten und den Fuhrleuten bei Nacht und bei hohem Schnee als Richtpunkte zur Orientirung dienen*), mitunter selbst als Markzeichen zwischen dem Straßenareale nnd Privateigenthume betrachtet werden können.

Diese mannichfachen Vortheile machen die Anlage solcher Baumpflanzungen an den hierzu geeigneten Orten empfehlbar, nur muß dabei auf die Wahl der passenden Baumgattung und auf die richtige Stellung der Bäume an dem Wege die gehörige Rücksicht genommen werden. Bei der Pflanzung ist tiefe Lockerung des Bodens, Anlegung von Pflanzlöchern mit 1 Meter Tiefe und $1^1/_2$ Meter Durchmesser zu empfehlen, damit eine gute Wurzelbildung stattfinden kann. Zuweilen ist es angemessen, das von den Fußbänken abfließende Wasser nach den Pflanzlöchern zu leiten. Beim Pflanzen ist auf die nachträgliche Senkung des Bodens zu achten. Die Sicherung geschieht durch einen Pfahl von entsprechender Stärke, der einen Meter tief im Boden, bis auf die Sohle des Pflanzlochs reichend, stehen soll. An den Pfahl wird der Stamm mit drei Stroh- oder Weidenbändern befestigt, welche, so lange die Pfahlung nothwendig erscheint, zweimal im Jahre, vor den stärkeren Stürmen im Herbst und Frühjahr zu erneuern sind. Gegen Beschädigung durch Wild und auch Menschen ist eine Umkleidung mit Dornen von Schlehen oder dergl. zu empfehlen; ferner, wenn die Pflanzung am Straßenrande steht, vor jeden Stamm in $^1/_2$ Meter Entfernung ein Prellstein. Von einem Alleebaum wünscht man folgende Eigenschaften: geringe Wurzelbildung in seitlicher Richtung, geraden hohen Stamm, schnellen Wuchs und lange

*) In Gegenden mit starkem Schneefalle, wo Alleebäume fehlen, ist man oft genöthigt, durch besonders zu errichtende s. g. Schneezeichen, wozu man Stangen mit daran befestigten Strohbüscheln benutzen kann, die Richtung des Weges den Fuhrleuten bei hohem Schnee anzugeben.

Dauer, wenig belaubte Krone, werthvolles Holz und Hervorbringung nützlicher Frucht.

Zu den zweckmäßigst zu wählenden Bäumen gehört unstreitig die italienische Pappel, welche dicht neben einander stehend, in Reihen gut und schnell aufwächst, nur dem Windbruche etwas ausgesetzt ist, aber bei ihrer hohen, schlanken, pyramidalen Form die Fahrbahn wenig beschattet. Für die angrenzenden Ländereien ist der Wurzellauf nachtheilig, auch der weitragende Schatten und der Laubabfall können nachtheilig sein. Ist eine Pflanzung aus lauter gleichartigen Bäumen gemacht, so verschwindet, wenn das (bei der Pappel früh eintretende) physische Haubarkeitsalter gekommen ist, wenn die Bäume windbrüchig geworden sind, namentlich wenn einige trockene Jahrgänge einander folgten, oft die schönste Allee plötzlich. Es ist daher zweckmäßiger, die Hälfte der Bäume, nachdem sie das halbe Haubarkeitsalter erreicht haben, schon zu fällen und durch junge zu ersetzen und dann alle Bäume bis zu ihrer Schadhaftwerdung stehen zu lassen. Man erzielt hierdurch zwar nicht so schöne gleichmäßige Alleen, allein sie werden dann niemals ganz schwinden und durch eine jugendliche Anpflanzung durchaus zu ersetzen sein. Die Allee kann, wenn man noch mehr als zwei Altersklassen in ihr erhält, durchschnittlich in gleichmäßigem Zustande bewahrt werden. Nach den Pappeln eignen sich die Obstbäume gut zu Alleepflanzungen, doch sollten die Setzlinge in Baumschulen bis 2 und 3 Meter Höhe vorher erzogen sein und erfordern sorgfältige Behandlung. Der Nußbaum ist empfehlenswerth, liefert Früchte und ein ausgezeichnetes Tischlerholz. Wo er nicht mehr gedeiht, pflanze man Apfel-, Birnbaum, Kirsche. Roßkastanien und Linde bilden zwar einen Hauptschmuck der Gegend, sind aber für Weg und Feld zu stark beschattend. In rauhen Lagen wähle man Ahorn, Linde, Vogelbeere, auf leichtem Sandboden Kiefer, Birke, Akazie, auf tiefgelegenem Moor-, Thon- und Lehmboden die Silberpappel, Erle, Ulme, Weide, Esche, Maulbeere. Alle Bäume sind sorgfältig zu pflegen, namentlich von Ungeziefer, Raupen u. dgl. rein zu halten, entsprechend aufzuästen. Gilt besonders für die Obstbäume. Die Vogelbeere ziert durch ihre schönrothe Frucht, die zur Branntweinbrennerei und sonstige Anwendung findet. Die Entfernung, in welcher man die Bäume pflanzt, ist je nach der Holzart, dem beabsichtigten Zwecke und Nutzen verschieden. Schmalkronige können 8—10 Meter, breitkronige 10—12 Meter entfernt sein, sollen sie aber zugleich die Stelle des Schutzgeländers vertreten, wozu sich die italienische Pappel am besten eignet, so dürfen die einzelnen Stämme nicht weiter als 3 Meter von einander

stehen, und werden in diesem Falle nicht einander gegenüber, sondern im Verbande, d. h. so gepflanzt, daß jeder Baum die Lücke zwischen zweien der gegenüberstehenden Reihe einnimmt.

Ebenso ist der Standort der Bäume an der Straße verschieden. Bei schmäleren, von Gräben begrenzten Straßen stehen die Bäume am besten an der äußeren Grabenseite, obgleich die anliegenden Privatbesitzer an der Grenze zwischen Straßenareal und Privateigenthum, namentlich die italienische Pappel mit ihren weit in das Feld auslaufenden Wurzeln nicht gerne dulden, sondern Obstbäume oder auch den Nußbaum vorziehen, weil letzterer frei von Insekten bleibt und eine spätreife Frucht liefert, durch deren Einheimsung die bereits leeren Felder nicht mehr beschädigt werden, wie dies z. B. bei Kirschbäumen, die außerdem stark der Plünderung ausgesetzt sind, der Fall ist. Die Anpflanzung des Nußbaumes, wo er Gedeihen verspricht, kann namentlich dann empfohlen werden, wenn er auf dem Privateigenthum gepflanzt werden darf, und dann mit seiner runden, vollen Krone die Straße nicht sehr beschattet. Uebrigens sind die Privateigenthümer nicht verpflichtet, Baumpflanzungen als Alleen auf ihrem Grund und Boden vorzunehmen, und müssen im Weigerungsfalle die Alleebäume auf das Straßenareal so gesetzt und beschnitten werden, daß die Traufe noch auf das letztere fällt. Sind die Fußbänke $1^1/_2$—2 Meter breit, so kann man 30—50 Centim. innerhalb des äußeren Straßenrandes pflanzen und durch vorgelegte Prellsteine schützen. Etwas sorglichere Pflege ist dann nothwendig; es wird sich empfehlen, namentlich für das Gedeihen junger Obstbäume, die Straßenwärter zu beauftragen, die thierischen Excremente auf der Straße zu sammeln, um die jungen Bäumen anzuhäufen und im Herbst und Frühjahr unterzuhacken.

Nächst der Bepflanzung der Wegränder trägt eine sorgfältige Instandhaltung der angrenzenden Holzbestandränder wesentlich zur Verschönerung der Waldwege bei. Man bepflanze Lücken und öde Parthien (Paradepflanzung) und nehme auf passende Untermischung der Holzarten und Abwechslung Bedacht, bringe auch an wohlgelegenen Orten Horste und Boskets von Ziersträuchen an, die man mit dem Wege durch Pfädchen verbinden kann. Sehr schön ist eine Abwechslung von Laub- und Nadelholz.

Im Allgemeinen kann in Bezug auf den Standort der Alleebäume gesagt werden: Für die Bebauung der Felder ist die Stellung der Bäume an der äußeren Grabenseite, oder noch besser an der Straßenkante am wenigsten lästig, allein im letzteren Falle sind die Bäume mehr den Beschädigungen durch den Verkehr ausgesetzt, und auf

dem Privateigenthume werden dieselben, Obstbäume ausgenommen, nicht gern gepflanzt*). Es ist empfehlenswerth, die Bäumchen den Grundbesitzern unentgeltlich zu liefern.

§. 113.

3. Von den Materialplätzen.

Materialplätze nennt man die entweder zur Straße gehörigen, oder eigens dafür hergerichteten Orte, an welchen das für die Unterhaltung der Straße nothwendige, kleingeschlagene Deckmaterial aufgeschüttet, und das ganze Jahr hindurch in der angemessenen Menge von Strecke zu Strecke vorräthig gehalten wird, um ungesäumt und jederzeit die an der Straßenoberfläche entstandenen Schäden damit ausbessern zu können. Bei den Chausseen wird dieses Material gewöhnlich, um es gleich zur Hand zu haben, an der Grenze zwischen Fahrbahn und Fußbänken in entsprechenden Distanzen in Haufen von bestimmtem Maaße aufbewahrt, und schützt hier zugleich die Fußbänke vor dem Befahrenwerden, wird aber freilich leicht zerstreut und verunreinigt. Hat die Straße nicht die gehörige Breite zu einer derartigen Aufbewahrung, so kann man auch besondere, seitlich gelegene Ausspränge in Entfernungen von 30 bis 60 Meter, als Materialplätze herrichten, deren Größe und Zahl von der Menge des jährlich oder halbjährig nothwendigen Unterhaltungsmateriales bedingt ist, welches wieder von der Frequenz der Straße und der Güte des Materiales abhängt. Letzteres ist dabei freilich etwas weiter herzuholen, als bei der ersten Art der Aufbewahrung, dagegen aber bleibt es mehr beisammen und geschont, und kann dessen Beifuhr namentlich dann leichter controlirt werden, wenn diese Plätze abwechselnd auf beiden Seiten angelegt sind. Das Material wird als Bruchsteine beigefahren, auf der Stelle kleingeschlagen, und mit Kasten oder nach Schablonen abgemessen.

§. 114.

4. Von den Eintheilungszeichen, Wegweisern, Marksteinen ꝛc.

Die Eintheilungszeichen haben den Zweck, die Entfernungen von Strecke zu Strecke anzugeben, dienen den Reisenden zur Orientirung,

*) Die Baumpflanzungen an den Wegen wurden aus dem Grunde hier besprochen, weil dem äußeren Forstbeamten, auch wenn er für seine Waldwege keinen Gebrauch davon machen kann, doch oft Gelegenheit gegeben ist, bei Anlage und Verbesserung der Feldwege Rath gebend und belehrend auf die Bevölkerung einzuwirken.

bieten Anhaltspunkte für die genaue Ortsbezeichnung, erleichtern die Vertheilung des Materiales und der Arbeiter, sowie die Ueberwachung, und dürfen im Allgemeinen bei einer geregelten Straßenverwaltung nicht fehlen*).

Wegweiser mit entsprechender Aufschrift sollen überall angebracht sein, wo von der Straße Seitenwege nach bewohnten Orten, Aussichtspunkten, Ruinen u. dgl. auslaufen. Sehr empfehlenswerth ist es an den einzelnen Wegen und Schneisen Tafeln mit Angabe des Namens anzubringen, welchen der Weg oder die Schneise in den forstlichen Karten führt. Wahrhaft mustergültig sind in dieser, wie in manch' andrer Hinsicht die Waldwege des Großherzogthums Hessen, insbesondre der Provinz Starkenburg.

Ferner soll das zur Straße gehörige Areal von dem anliegenden fremden Eigenthume durch entsprechende Markzeichen abgegrenzt sein, zu welch' letzteren entweder Gräben, auch Alleen, steinerne Zeichen, oder angebrannte eichene Pfosten verwendet werden können. Auch ist es angenehm, wenn bei den Stundenzeichen oder Wegweisern, unter schönen, schattigen Bäumen und an Quellen, Ruheplätze oder auch Tröge zum Tränken des Viehes, und bei Feldwegen Ruhepfosten zum Absetzen schwerer Lasten angebracht sind. Endlich wird die Anlage der Kohlplätze in den Waldungen gewöhnlich an die Straßen gemacht, um die Abfuhr der Kohlen dadurch zu erleichtern.

Drittes Capitel.

Von den übrigen Rücksichten und Arbeiten beim Baue der Waldstraßen.

§. 115.

Eintheilung.

Die Gegenstände, welche in diesem Capitel noch zur Behandlung kommen müssen, sind:

I. Die verfügbaren Mittel;

II. die Leitung des Straßenbaues;

---

*) An Waldstraßen werden die Eintheilungszeichen häufig weggelassen, an größeren Straßen stehen in Entfernungen von je 1 Kilometer oder auch je 1/2 Kilometer Steinsäulen mit Angabe der Entfernung vom Ausgangspunkt.

III. die Anfertigung der hierzu nothwendigen Kostenüberschläge, und
IV. Die zweckmäßigste Zeit des Bauens.

§. 116.

I. Von den verfügbaren Mitteln.

Als erster in die Reihe der entscheidenden Gründe beim Baue unserer Waldstraßen wird der Kostenpunkt treten müssen, und die durch die Vorarbeiten gewonnenen Ergebnisse, im Zusammenhalte mit den zur Ausführung des Projectes verfügbaren Mitteln werden beurtheilen lassen, in wie weit von dem ursprünglichen Plane, der Kostenersparung halber, abgegangen werden muß, und ob hiernach eine vollkommenere oder einfachere Art der Herstellung des Straßenbaues, sowohl in Bezug auf Ausgleichung des Gefälles, Anlage von Seitengräben; Böschungen, Fußbänken u. s. f., als auch in Hinsicht auf das zu verwendende Material gewählt werden kann.

Dem Forstverwalter sind in Bezug auf die zu verwendenden Geldmittel natürlich bestimmte Grenzen gezogen, für deren Ueberschreitung derselbe persönlich verantwortlich bleibt. Sein Bestreben wird also dahin gerichtet sein müssen, mit dem möglich geringsten Aufwande möglichst Vieles und zwar das Wichtigste zuerst herzustellen, seine Arbeiten umsichtig zu leiten, richtig zu vertheilen und als obersten Grundsatz stets vor Augen zu behalten, zwar eine möglichst dauerhafte und vollkommene Bauart zu wählen, dabei aber alles Luxuriöse und Ueberflüssige sorgfältigst bei Seite zu lassen. Es ist im allgemeinen besser, eine kurze Strecke gut zu bauen, als eine große Strecke schlecht, es ist besser gar nicht zu bauen, als wegen Mangel an Mitteln eine schlechte Anlage zu machen. Neben der technischen Gewandtheit sind hauptsächlich ein gesundes Urtheil und ein practischer Blick erforderlich. Es ist auffallend, wie man in manchen Gegenden die schlechtesten Wald- und Feldwege antrifft, während das Material, um dieselben zu verbessern, oft vor den Füßen liegt. Ein Hauptfehler ist ferner in dem Umstande zu finden, daß man sich mitunter zu viel auf bloße Ausbesserung der bereits bestehenden Waldwege beschränkt, und weniger an einen gründlichen Ausbau derselben denkt. Dabei sind diese Arbeiten gar oft den s. g. Vorarbeitern überlassen, deren Geschäft dann darin besteht, die nach Regenwetter ausgewaschenen und zerrissenen Waldwege mit der Hacke wieder zu planiren, die Geleise und Löcher mit Sand und Erde zuzuziehen, damit sie vom nächsten Regenguße wieder ausgeschwemmt werden können,

weil es ja im Interesse dieser Leute liegt, wenn recht oft im Walde gearbeitet werden muß. An Wasserableitungsanstalten und dergleichen, deren einmalige gründliche Herstellung dann eine Reihe von Jahren Kosten ersparen würde, während diese oberflächlichen Ausbesserungen fast nach jedem starken Regenwetter wiederkehren müssen, die Wege dabei aber doch schlecht sind, wird nicht gedacht. Die Kosten für solche sich häufig wiederholende Reparaturen betragen in ihrer jährlichen Summe oft mehr, als die Zinsen des zum gründlichen Ausbaue des Weges zu verwendenden Kapitales.

Auch wenn eine Waldstraße nicht auf einmal, in einem oder einigen Jahren gebaut werden kann, so ist doch oft möglich, dieselbe stückweise in einer Reihe von Jahren fertig zu stellen, überhaupt auf diese Weise auch bei jährlich beschränkten Mitteln doch den Zustand der Waldwege nach und nach in einen besseren überzuführen, denn kein Capital ist so rentabel angelegt, als das zu obigem Zwecke in der richtigen Weise verwendete.

Gar Vieles kann in dieser Beziehung bei einem guten Einvernehmen des Forstverwalters und der Gemeinden erreicht werden, welch' letztere ja die Waldwege am meisten benutzen, durch ihren guten Zustand also nur gewinnen, und durch Frohnleistungen, Gegenleistungen für Berechtigungen oder Vergünstigungen aus dem Walde, unentgeltliche Beifuhr des Materiales und dergleichen, Manches auf sich nehmen und ausführen können, ohne daß es der Einzelne hart empfindet, und dabei nicht immer alle Anforderungen an die in der Regel ohnehin genug belastete Staatskasse gestellt zu werden brauchen. Ist es ja doch überhaupt die Aufgabe und Pflicht eines gewissenhaften Forstverwalters, wie in vielen anderen, so namentlich auch in dieser Beziehung belehrend und bildend auf das Landvolk — namentlich auch was die Verbesserung der Feldwege betrifft — einzuwirken, und daß an manchen Orten in Bezug auf die Leitung der Waldwegbauten noch ein altersüberkommener Schlendrian einem mehr thatkräftigen Eingreifen weichen sollte, kann nicht in Abrede gestellt werden.

§. 117.

II. Von der Leitung des Straßenbaues.

Bei der Herstellung eines Straßenbaues können folgende contrahirende Theile thätig sein:

1) Derjenige, welcher die Straße bauen läßt und für deren Projectirung und Kostenberechnung zu sorgen hat. Dieser kann nun

der Staat, oder eine Gemeinde, Körperschaft oder ein Privater sein;

2) derjenige, welcher die Herstellung und Leitung des projectirten Straßenbaues, gemäß getroffener Uebereinkunft mit dem Ersteren, übernimmt und für dessen Ausführung unter Einhaltung der eingegangenen Bedingungen und übernommenen Verpflichtungen haftbar ist, und

3) die Arbeiter selbst, welche von dem Uebernehmer gestellt, ausgelohnt und überwacht werden.

Nehmen wir an, der Staat lasse eine Straße bauen, so kann derselbe entweder:

A. Zugleich der Uebernehmer sein, die zur Ausführung des Baues erforderlichen Arbeiter selbst stellen, lohnen und beaufsichtigen, sowie die Beifuhr der verschiedenen Materialien bewerkstelligen lassen. Diese Art der Ausführung heißt: „auf Regie bauen"; oder

B. der Staat übergibt die Ausführung des ganzen Straßenbaues einem einzigen dafür verantwortlichen Uebernehmer, oder auch an mehrere, und theilt im letzteren Falle die zu bauende Straße in entsprechend große Strecken (Loose). Diese Art des Bauens heißt „Vergebung in Accord." Sie geschieht gewöhnlich auf dem Submissionswege, wobei sich der Staat aus der Zahl der sich anbietenden Unternehmer denjenigen auswählt, welcher neben den geringst gestellten Forderungen die meiste Garantie bietet, und in diesem Falle bloß die Oberaufsicht führt; oder

C. dabei können endlich die Loose sehr klein gemacht, oder auch die einzelnen Arbeitstheile vergeben werden, so daß viele Uebernehmer sich betheiligen, und letztere zugleich die Arbeiter selbst sein können*). Hierbei wird gewöhnlich die Vergebung dieser fortlaufend numerirten**) und abgesteckten Loose, oder bezeichneten Arbeitstheile, auf dem s. g. „Mindersteigerungswege" ausgeführt, in welchem Falle wieder die unmittelbare Leitung und Aufsicht von Seite der Staatsforstverwaltung nothwendig ist. Die beste, freilich auch theuerste Arbeit wird gewöhnlich im wohlüberwachten Taglohn erzielt.

In dem Falle zu A muß ein zuverlässiger und in den technischen

*) Diese Art der Ausführung möchte sich mehr für Herstellung von Wegbauten in Gemeindewaldungen eignen.

**) Etwa correspondirend mit den Nummernpflöcken des Längenprofiles.

Theilen des Wegbaues gewandter Mann als Oberaufseher, Rottmeister, Wegmeister bestimmt und diesem einige Vorarbeiter zur Ausführung und Ueberwachung der mehr Genauigkeit und Kostenaufwand erfordernden Verrichtungen beigegeben werden. Solche erhalten einen höheren Lohn, als die gewöhnlichen Arbeiter, welch' letztere gleichfalls wieder je nach ihrer Fähigkeit, Kraft und Gewandtheit in mehrere Classen, mit verschiedenen Lohnscategorien eingetheilt werden. Die Auslöhnung der Arbeiter geschieht in der Regel allwöchentlich.

Zu B. Auch hier ist eine Oberaufsicht (die unmittelbare steht dem Uebernehmer zu) von Seite des Staates durch einen dazu geeigneten Mann nothwendig, damit die Arbeiten vertragsmäßig ausgeführt werden und kein Unterschleif stattfinden kann. Bei dieser Art des Bauens werden von Seite des Aerares dem Unternehmer periodisch gewöhnlich s. g. Vorschuß- oder Abschlagszahlungen geleistet, deren Betrag jedoch niemals den Werth der bereits wirklich hergestellten und als vertragsmäßig ausgeführt anerkannten Arbeiten übersteigen, sondern stets unter demselben bleiben soll, um den Uebernehmer in der Hand zu behalten.

Zu C. Hier muß wie zu A die unmittelbare Leitung und Beaufsichtigung von Seite des Staates geschehen, ebenso die Auslöhnung an die Uebernehmer der einzelnen kleinen Loose, entweder in Raten wie zu B, oder besser, nach vollständiger vertragsmäßiger Herstellung der Loose erfolgen.

Welche von diesen verschiedenen Arten der Bauausführung von Seite des Staates am zweckmäßigsten zu wählen sei, hängt von Verhältnissen ab, und läßt sich nicht mit Bestimmtheit feststellen; bei sehr großen Straßenbauten und Mangel an Arbeitern möchte das Verfahren zu B, bei kleineren, minder bedeutenden Arbeiten und in armen Gegenden jenes zu A oder C vorzuziehen sein. Welcher Weg übrigens eingeschlagen werden wolle, immer muß bei diesen gegenseitigen Beziehungen der bei der Ausführung interessirten Theile:

a. Der Staat die auszuführende Arbeit und die Bedingungen in Bezug auf deren Herstellung und die übereingekommenen Summen festsetzen;

b. der Uebernehmer sich verpflichten, gegen seinerzeitige Verabfolgung der letzteren, die übernommenen Arbeiten vorschriftsmäßig und innerhalb der festgesetzten Zeit herzustellen und zu übergeben;

c. nach ausgeführter Arbeit, von Seite des Aerares diese geprüft, als entsprechend anerkannt und hierauf ausgelöhnt werden; und
d. sowohl die Uebernahme, als Uebergabe vertragsmäßig, in protocollarischer Form und contradictorisch festgestellt werden, damit bei dem Contracte beide Theile rechtlich gesichert sind.

§. 118.

III. Von der Anfertigung der Kostenüberschläge.

Ehe übrigens ein Ueberblick gewonnen werden kann, und namentlich auch zur Beurtheilung der gestellten Forderungen von Seite der sich anbietenden Uebernehmer, ist vor der Ausführung und zusammenhängend mit dem Projecte die Anfertigung s. g. Kostenüberschläge nothwendig, welche entweder für die ganze zu bauende Straße, im Falle der beabsichtigten Veraccordirung an einen Uebernehmer, sowie im Falle des Regiebaues, oder für die einzelnen Loose oder Arbeitstheile, wenn mehrere Uebernehmer Theil nehmen sollen, hergestellt werden müssen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Kosten sehr wandelbar sind. Die Taglöhne, die tägliche Arbeitszeit wechseln von Ort zu Ort und auch mit der Jahreszeit. Diese Kostenüberschläge erstrecken sich:

1) auf die Berechnung der zur Ausführung der Erdarbeiten, des Planums, der Seitengräben und Böschungen erforderlichen Summe;
2) ebenso auf jene für das Beifahren des nothwendigen Steinmateriales zum Grundbau, zur Decklage und zu den Randsteinen, sowie für die Herstellung des Steinbaues;
3) desgleichen für alle übrigen nothwendigen Bauten und Nebenanstalten.

Hierzu wäre noch Folgendes zu bemerken:

Bei der Kostenberechnung für die Erdarbeiten, ist zunächst nach einer der früher angegebenen Methoden die Erdmasse zu berechnen, welche bewegt werden muß, mit gehöriger Rücksicht auf die Transportentfernung und möglichste Ausgleichung des Auf- und Abtrages auf der kürzesten Strecke.

Die berechnete Erdmasse früher in Schachtruthen von 100 Cub.', oder in Cubikklaftern von 1000 Cub.', wird gegenwärtig nach Cubikmeter des Auf- oder Abtrages angesetzt und mit einem den Gesammtverhältnissen entsprechenden Ansatze in Rechnung gestellt. Bei der Festsetzung des zu bewilligenden Preises sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

a. die Beschaffenheit des Materiales, weil lockerer, steinloser Boden leichter abzutragen ist, als fester, steiniger, oder gar felsiger Boden;

b. die Entfernung, auf welche das Material geschafft werden muß, namentlich ob bergauf oder bergab;

c. der ortsübliche Tag- und Fuhrlohn, und

d. die Zeit, innerhalb welcher die Arbeit hergestellt werden soll.

Wo Erfahrungen über Preisansätze nicht vorliegen, welche als Anhaltspunkte bei der Kostenberechnung benutzt werden können, ist es zweckmäßig, eine kleine Probefläche herstellen zu lassen und hieraus sich Anhaltspunkte zu verschaffen, und wo in einzelnen Loosen besondere Hindernisse, z. B. Sprengen und Wegschaffen eines großen Felsens 2c. vorkommen, muß hierauf natürlich geeignete Rücksicht genommen werden.

Bei Aufstellung des Kostenverzeichnisses für den Steinbau ist vorerst zu berechnen, wie viel Material zu den Randsteinen, dem Grundbau und der Decklage für den laufenden Meter und sonach im Ganzen erforderlich ist, und welche Summe hieraus unter Berücksichtigung des Transports erwächst. Die Steinmasse wird gleichfalls in Cubikmetern angesetzt, und auch hier ist eine Probearbeit zur Gewinnung richtiger Anhaltspunkte für die Herstellung des Steinbaues, namentlich für die Decklage, auf kleine Strecken sehr anzuempfehlen, wenn andere Behelfe mangeln.

Daß beim Preisansatze die Beschaffenheit des Gesteines, namentlich dessen Spaltbarkeit und Härtegrad beim Kleinschlagen der Decklage in Erwägung zu ziehen sein wird, versteht sich von selbst.

Die Kostenanschläge für die verschiedenen übrigen Bauten, wo deren vorkommen, als Sickerdohlen, Mulden, Mauern, Brücken, Durchlässe u. s. f., müssen unter Angabe des Ortes, ebenso jene für etwaige Nebenanstalten berechnet werden, und diese verschiedenen Resultate in eine Hauptzusammenstellung gebracht, lassen den zur Herstellung des projectirten Straßenbaues erforderlichen Gesammtkostenaufwand überblicken, wobei am Schlusse noch die etwa erforderlichen ständigen Aufsichtskosten ersichtlich gemacht werden können*). Sind solcherweise die nöthigen Anhaltspunkte gewonnen und ist das Project genehmigt, so

*) Die Kosten zur Anschaffung und Unterhaltung der Werkzeuge können nach % des Arbeitslohnes berechnet, und der Zuschlag für Geschirr und Aufsicht etwa 1/15 oder zwischen 5—7% angenommen, und dem Accordanten 10% Nutzen zugeschlagen werden, wenn diesen Verhältnissen nicht schon bei Festsetzung der Preise im Einzelnen Rechnung getragen worden ist.

Über Anlage von sogenannt. Steinspurwegen

(System Koltz).

Mitgetheilt von O. von Meidom, Königl. Preuß. Oberförster a. D.
zu Gießen.

Die bezüglichen Steinspurwege sind bereits im Jahre 1867 vom Oberförster Koltz zu Luxemburg in Pfeils kritischen Blättern empfohlen und in der Jahres-Versammlung des Forstvereins für das Großherzogthum Hessen zu Gießen am 27. und 28. August 1878 einer näheren Besprechung in dem Thema:

„Unter welchen Bodenverhältnissen, in welcher Weise und mit welchem Erfolge sind im Forste Grünberg Steinspurwege angelegt worden?"

unterzogen.

Die Ausführung dieser Steinspurwege geschieht in folgender Weise:

Es werden 2 Gräben in einer Breite von 60 cm und einer Tiefe von 30 cm von Mitte zu Mitte der üblichen Wegespurbreite entsprechend und in gleichem Abstand von der Mittellinie des Wegs, mit senkrechten Seitenwänden ausgegraben, und in diesen die Steine nach Art des Grundbaues für Chausseen in 27 cm Höhe aufgestellt und festgekeilt, sodann eine Decke von klein geschlagenen Steinen 7 cm hoch aufgeschüttet und etwa 2 cm hoch mit Erde überdeckt.

Zum Ableiten des in die Steinspuren eindringenden Wassers werden in Entfernung von 5—10 m — je nach dem Feuchtigkeitsgrad des Terrains — Quergräbchen von circa 25 cm Breite, theils nur von den Steinspuren nach den Seitenkanten des Wegs, theils über den ganzen Weg sich erstreckend resp. die Steinspur durchschneidend, angelegt und sodann wie gewöhnliche Rieselkanäle mit Steinen ausgefüllt. Zur Herstellung der Doppel-Steinspur kamen auf 1 Längemeter 0,33 cbm Steine zur Verwendung, welche incl. Setzerlohn 0,50 Mk. kosteten; für Anfertigung der beiden Steinspuren wurde einschließlich aller Nebenarbeiten, als Anfertigen und Aussteinen der Quergräbchen, Wiederherstellen der vorgeschriebenen Wölbung des Wegs, Auffrischen der Böschungen ꝛc. im Durchschnitt 0,90 Mk. pro Längemeter bezahlt. Hiernach berechnet sich der Längemeter Doppel-Steinspur auf 1,40 Mk. Ihre Anlage geschah in der Großherzoglich Hessischen Oberförsterei Eichelsdorf bei Nidda am Vogelsberg seit dem Jahre 1876 auf Wegen von 7 Proz. Gefäll und 45 m Kronenbreite, auf welchen der Holztransport fast nur bergab geht.

In den Domanialwaldungen der Großherzoglichen Oberförsterei Schiffenberg ist im Frühjahr 1870 mit dieser Art von Waldwegen der Anfang gemacht und inzwischen fortgefahren worden, so daß bis 1878 im Ganzen circa 1000 m Steinspurwege hergestellt waren. Die auf diese Weise dort gebauten Wegestrecken befanden sich durchgehends in gutem Zustande, bei bis dahin kaum nennenswerthen Unterhaltungskosten.

Bei Ausführung von Steinspurwegen ist das Verhältniß
der Steinlieferung wie 1 : 2,70 und
des Arbeitslohnes wie 1 : 1,70
zum gewöhnlichen Chausseebau zu veranschlagen.

---

erfolgt hierauf die Bekanntmachung in öffentlichen Blättern, mit specieller Angabe der einzelnen auszuführenden Arbeitstheile und einzuhaltenden Bedingungen in der Weise, daß im Falle B (§. 117), die lusttragenden Uebernehmer ihre desfallsigen Angebote und Forderungen bis zu einem festgesetzten Präclusivtermine an die einschlägige leitende Behörde zu übergeben haben, oder es wird im Falle C ein Termin zur Abhaltung einer Minderversteigerung bei öffentlicher Concurrenz anberaumt.

§. 119.

Normalkostenanschläge.

Dieselben sind als Erfahrungssätze über die durchschnittlichen Kosten größerer Wegbaustrecken zu betrachten und geben die bezüglichen Kostenansätze für die Längeneinheit (Meter oder Ruthe) an, wobei eine Ausscheidung zwischen Erdarbeiten (Planirung), Steinbau (Chaussirung) und Kunstbauten (Durchlässe, Brücken) getroffen wird und außerdem „günstige", „erschwerende" und „sehr beschwerliche" Verhältnisse besonders berücksichtigt werden. — Diese Normalkostenvoranschläge haben indessen nur örtlichen Werth, weil ihre Anwendung möglichst gleichartige geognostische und Terrainverhältnisse, sowie namentlich gleiche Lohnsätze voraussetzt. Da aber die Schwankungen der Arbeitslöhne und deren schnelles Steigen bei vermehrter Arbeitsgelegenheit (Eisenbahnbauten ꝛc.) die Grundlage solcher Durchschnittsberechnungen vielfach verändert, so ist man im größeren Forsthaushalte von der Aufstellung der Normalkostenanschläge häufig abgegangen und berechnet jeden Fall nur nach den örtlich und zeitlich gegebenen Verhältnissen.

Einen allgemeineren Werth besitzen Erfahrungssätze über die in einem Arbeitstag (bei durchschnittlich zehnstündiger Arbeit) von einem Arbeiter (im Accord) abzugrabende oder auf bestimmte Entfernung zu transportirende Erdmasse, um daraus die Anzahl der erforderlichen Tagsschichten zur Förderung einer berechneten Masse Abgrabung ermitteln zu können.

Was die Abgrabung der Erdmassen betrifft, so wurde schon oben erwähnt, daß der Unterschied der Erdarten diese Arbeit sehr bedeutend beeinflußt, je nachdem sie mit der Schaufel und mit dem Spaten, oder mit der Haue (Hacke) oder mit der Spitzhaue (Pickel) gefördert werden können. Es kann demnach nur der leichteste Fall hier zu einem Vergleich benützt werden, nämlich die Arbeit des Grabens mit der Schaufel, wobei das Material eine lockere stein- und wurzelfreie Walderde (Dammerde), oder

Sandboden, oder trockener Torfgrund ist. Nach einem allgemeinen Erfahrungssatz nimmt man unter diesen günstigen Verhältnissen das Abgraben von 15 Cub.-Meter Erde als durchschnittliche Arbeitsleistung für einen Tag (zehnstündige Arbeitszeit) an; dabei wird die Erde entweder in Schubkarren verladen, oder horizontal auf ungefähr 3 Meter geworfen (wenn Anschüttung und Abgrabung sich auf Straßenbreite ausgleichen). Doch sind solch' günstige Verhältnisse nur selten auf größeren Wegstrecken anzutreffen, so daß obige Zahl als Maximum betrachtet werden darf. Im Waldwegbau unter gewöhnlichen Verhältnissen wird man mit 4 bis 5 Cub-M. Abgrabung für die Tagschichte schon hinreichend hohe Ansätze machen und bei einigermaßen schwierigen Umständen wird sich kaum mehr als 2 bis 3 Cub-M. für die Tagschichte erreichen lassen.

Der Transport der Erdmassen auf Entfernungen von mehr als einigen Metern geschieht beim Waldwegbau entweder mit Schubkarren von 0,03—0,04 Cub.-Metern Ladungsvermögen, mit Handkarren oder mit Fuhrwerken (ein- und zweispännigen).

In nachstehender Tabelle sind die durchschnittlichen Leistungen eines

Horizontale Entfernung in Metern.	Anzahl der in einer Tagschicht auf die bemerkte Entfernung transportirten Cubikmeter.		
	1. Durch einen Arbeiter mit Schubkarren von 0,03 Cubm.	2. Durch einen einspännigen Karren von 0,30 Cubm.	3. Durch ein zweispänniges Fuhrwerk von 0,60 Cubm.
10 m	6,90	—	—
20 „	6,15	—	—
30 „	5,45	—	—
40 „	4,85	—	—
50 „	4,35	—	—
60 „	3,90	12,80	—
80 „	3,35	12,00	13,60
100 „	2,87	11,35	13,20
120 „	2,54	10,75	12,80
140 „	2,27	10,30	12,35
160 „	2,03	9,75	11,95
180 „	1,87	9,25	11,65
200 „	1,77	8,80	11,30
220 „	—	8,40	11,05
240 „	—	8,03	10,75
260 „	—	7,63	10,50
280 „	—	7,16	10,25
300 „	—	6,80	10,00

Fuhrwerks (ein- und zweispännigen Karrens) bei neunstündiger Arbeit im Transport von Erde zusammengestellt, wobei ebenes oder schwach geneigtes Terrain vorausgesetzt ist.

Bei stärkerem Gefälle erhöhen sich die Kosten für den Transport aufwärts sehr bedeutend, ungefähr um 5% für jeden Grad des Neigungswinkels, während der Transport abwärts billiger wird, als in horizontaler Richtung. Gefälle von mehr als 8% sind bei Transporten aufwärts zu vermeiden; man sucht dann durch Krümmungen oder Serpentinen ein geringeres Gefäll für die Auffahrt zu erreichen.

§. 120.

IV. Von der zweckmäßigsten Zeit des Bauens.

Straßen, welche sogleich im ersten Jahre nach ihrer Vollendung befahren werden, leiden, weil sie sich noch nicht gehörig gesetzt haben, sehr vom Drucke der Fuhrwerke. Man thut deshalb am besten beim Baue einer Waldstraße im ersten Jahre die Erdarbeiten, und die diesen vorausgehenden übrigen Bauten herzustellen, den Erdbau über Winter liegen und sich setzen, oder auch befahren zu lassen und erst im nächsten Jahre den Steinbau auszuführen. Während des Winters kann das nothwendige Material beigefahren werden.

Die beste Jahreszeit in ökonomischer Beziehung, wenn auf Regie gebaut werden soll, ist jene, in welcher wegen Mangels anderweitiger Beschäftigungen die Arbeiter am billigsten zu haben, die Tage nicht zu kurz sind, und anhaltendes, hinderndes Regenwetter nicht zu befürchten steht. Niemals dürfen Erdarbeiten bei Frost stattfinden. Demnach möchte die beste Jahreszeit jene zwischen vollendetem Frühjahrsfeldbau und der Ernte, oder auch zwischen der Heu- und Getreideernte, dann der Spätherbst, Oktober und oft November sein.

Bei der Vergebung in Accord soll der Termin bis zur Vollendung nicht zu kurz anberaumt werden, weil letzteres höhere Forderungen von Seite der Uebernehmer nach sich zieht, und die Arbeiten dabei oft übereilt und nicht mit der gehörigen Sorgfalt ausgeführt werden.

Viertes Capitel.

Von der Unterhaltung der Waldstraßen.

§. 121.

Im Allgemeinen.

Die beſtgebaute Waldſtraße verliert ihre Brauchbarkeit bald, wenn ſie nach ihrer Vollendung längere Zeit ſich ſelbſt überlaſſen bleibt, und, namentlich in Gebirgsforſten, nicht gehörig unterhalten wird; ja man kann ſagen, „von dem Augenblicke an, in welchem die Straße dem Verkehre übergeben wird, beginnt auch ihre Unterhaltung", denn Witterung und Gebrauch üben fortwährend zerſtörenden Einfluß auf dieſelbe. Es iſt daher beſtändiges Augenmerk auf den Zuſtand derſelben zu richten, und ſtets ein genügender Vorrath kleingeſchlagenen Deckmateriales auf den Materialplätzen vertheilt zu halten, um ungeſäumt entſtandene Geleiſe und Vertiefungen damit ausbeſſern zu können, wobei das Material möglichſt rein und gleich groß ſein ſoll. Unausgeſetzt iſt faſt das ganze Jahr hindurch hauptſächliche Sorgfalt auf Inſtandhaltung der Fahrbahn zu verwenden, im Frühjahre dagegen die allgemeine Ausbeſſerung ſämmtlicher zur Straße gehörigen und als ſchadhaft befundenen Theile und Anſtalten vorzunehmen, und zwar bald nach Abgang des Schnee's bis gegen Ende Aprils, weil zu dieſer Zeit durch Froſt und Schneeabgang die Straßen, namentlich jene mit ſtarkem Gefäll, die meiſten Beſchädigungen erlitten haben werden. Dieſe Ausbeſſerungen ſollen auch im Herbſte, wenn nothwendig, wiederholt werden, um die Straße zur Ertragung der Winterſtrapazen zu befähigen.

Die Ausbeſſerungsarbeiten laſſen ſich abtheilen in:

I. Unterhaltung der Fahrbahn;
II. Unterhaltung der Fußbänke, Gräben und Böſchungen,
III. Ausbeſſerung ſämmtlicher übrigen Bauten und Nebenanſtalten.

§. 122.

I. Unterhaltung der Fahrbahn.

Bei der Unterhaltung der Fahrbahn kommen hauptſächlich folgende drei Arbeiten vor:

1) das Waſſerableiten,

2) das Staub- und Kothabziehen, und

3) die Materialeinbettung.

Die Ableitung des nach jedem starken Regenwetter in den Geleisen stehenden Wassers sollte nie versäumt werden. Der Straßenwärter hat zu diesem Zwecke mit seiner Haue oder Krücke die Geleise zu öffnen, um dem Wasser seitlichen Abfluß über die Fußbänke zu verschaffen*). Ist die Straße hierauf wieder etwas abgetrocknet, so müssen die Ränder der Geleise, wenn sie noch unzerriebenes Material enthalten, in letztere eingestoßen und diese damit ausgefüllt, oder falls sie nur aus Koth bestehen, neues Deckmaterial in die Vertiefungen eingeworfen werden, um auf diese Weise die ebene Fläche der Fahrbahn wieder herzustellen.

Im Sommer und gegen den Herbst bei trockenem Wetter ist das Staubabziehen vorzunehmen, und so wie im Herbste nasses Wetter eintritt, muß der Straßenwärter den Koth mit seiner Kothkrücke oder mit Birkenbesen auf Haufen an die Ränder der Fußbänke zusammenziehen, alle Vertiefungen, Geleise und Unebenheiten mit neuem Materiale ausfüllen, seichte Stellen zuvor etwas aufpickeln, um auf diese Weise eine Verbindung des Ausbesserungsmateriales mit der alten Versteinung herzustellen. Dasselbe Geschäft ist im Frühjahre, namentlich auf starkbefahrenen Straßen vorzunehmen, immer aber dazu feuchtes Wetter abzuwarten, weil dann in den erweichten Straßenkörper das neu aufgeschüttete Material sich leichter eindrückt, weniger zerstreut wird und sich besser mit der alten Decke verbindet. Aus diesem Grunde dürfen auch solche Ausbesserungsarbeiten niemals zu spät im Herbste, kurz vor Eintritt des Frostes stattfinden, weil sich dann während des Winters die Versteinung nicht mehr bindet, sondern die Straße rauh und uneben bleibt. Sollte die Wölbung der letzteren an manchen Stellen verloren gegangen sein, so muß diese durch eine entsprechende Decklageneinbettung wieder hergestellt werden. Alle Rollsteine, welche nach Ausbesserung und Abtrocknung der Straße noch zerstreut herumliegen, sind auf die Materialhaufen zu ziehen.

Eine allgemeine Aufschüttung der Decklage ist durch sorgsame Unterhaltung der Straße auf die oben angegebene Weise möglichst zu vermeiden, und soll nur ausnahmsweise vorkommen, wenn eben durch Vernachlässigung ersterer und durch zu schnelle Abnutzung, die Decke durchgehends schlecht geworden ist, und etwa 5 Centim. an Dicke verloren hat.

---

*) Bei Chausseen werden große Schneemassen durch den s. g. Schneeschlitten von der Fahrbahn entfernt, theils um den Verkehr frei zu machen, theils um das Schmelzen des Schnees auf der Fahrbahn zu verhindern.

Niemals darf es durch Vernachlässigung so weit kommen, daß der Grundbau von den Rädern berührt werde. Je nach der Lage der Straße, der Lebhaftigkeit und der Art des Verkehrs auf derselben und der Güte des Materials kann für die Abnützung der Decke ein Zeitraum von 4—6 Jahren veranschlagt werden. Man wird durch sorgfältige Unterhaltung vermeiden, allzu große Strecken auf einmal frisch beschütten zu müssen, sondern wird zur minderen Erschwerung und Belästigung des Verkehrs jährlich nur $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_6$ des ganzen Wegs in kurzen Strecken überschütten, je nachdem die Abnutzungsdauer auf 4, 5, 6 Jahre veranschlagt ist.

Besonders sorgfältig muß die Unterhaltung der aus bloßem Erdbau bestehenden Wege vorgenommen werden; die Geleise und Vertiefungen sind zur Vermeidung von Schlaglöchern, Pfützen und namentlich zur Erhaltung der Wölbung oder seitlichen Neigung schleunigst einzuebnen. Sommerfahrbahnen neben der Steinbahn sollten bei nassem Wetter nicht befahren werden und ist es zweckmäßig, sie durch Absperrsteine zu verlegen.

§. 123.

II. Unterhaltung der Fußbänke, Gräben und Böschungen.

Durch die Furchen, welche das über die Fußbänke abfließende Wasser bildet, sowie durch den Schlamm, welchen es dabei absetzt, werden erstere schlüpferig, und durch den beförderten Graswuchs, oder auch durch die in Folge stärkeren Begehens einzelner Stellen entstehenden Vertiefungen, verlieren dieselben nach und nach ihre regelmäßige Form. Der Graswuchs erhält die Feuchtigkeit, und in den Vertiefungen bleibt das Wasser stehen. Deshalb ist es nothwendig, im Frühjahre, wenn die Fahrbahn ausgebessert und der Boden noch nicht zu sehr ausgetrocknet ist, die Reparatur und Reinigung der Fußbänke vom Grase, das Abstecken ihrer normalen Breite von den Randsteinen aus, und das Abstechen des Straßenrandes nach der Schnur vorzunehmen und die Fußbänke durch Abhauen der Erhöhungen und Ausfüllen der Vertiefungen wieder einzuebnen. Ebenso sind die Gräben sowohl im Frühjahre, als im Herbste zu untersuchen, wenn sie verwachsen sind, oder sich verlegt haben, auszuräumen, und namentlich bei eintretendem Thauwetter, wenn Stopfungen und Ueberschwemmungen zu fürchten sind, an den gefährlichen Stellen aufzueisen und auszuschaufeln.

Endlich müssen die abgetrockneten und ausgebrannten, oder die beschädigten und abgefallenen Stellen der Böschungen aufgesucht und im Frühjahre bei nassem Wetter ausgebessert, ausgefüllt, mit frischen Rasenstücken belegt und angeschlagen werden.

§. 124.

III. Ausbesserung sämmtlicher übrigen Bauten und Nebenanstalten.

Auf gleiche Weise müssen im Frühjahre und im Herbste sämmtliche Brücken, Durchlässe und übrige Wasserabzugsanstalten sorgfältig untersucht, und wenn sie beschädigt oder verstopft sind, ausgebessert, gereinigt, ausgeschaufelt und namentlich bei Thauwetter aufgeeist werden, sowie auch die Nebenanstalten wenigstens einmal im Jahre, etwa im Frühjahre, zu untersuchen sind. Wo endlich eine Straße über fremdes Eigenthum zieht, sollte die Revision der Vermarkung im Frühjahre niemals versäumt, und allenfallsige Mängel sogleich contradictorisch mit den Anliegern bereinigt werden.

§. 125.

Ständige Aufsicht.

Es ist unbedingt nothwendig, wenn ein durchgeführtes Waldwegnetz in gutem Zustande erhalten bleiben soll, daß ununterbrochen das ganze Jahr hindurch ständige Aufsicht über den Zustand desselben geführt werde, einmal um die vorkommenden Schäden aufzusuchen und zu beseitigen, dann aber auch, um forstpolizeilich den Gebrauch der Waldwege zu überwachen. Wenn nun auch letzteres zu den Functionen des Localforstschutzpersonales gehört, so möchte doch die Anstellung eines ständigen Wegwartes für jeden Complex, oder wenn letzterer sehr groß ist, deren mehrere, als dringliche Maßregel geboten erscheinen. Die Wegwärter haben das ganze Jahr hindurch sämmtliche Straßen und Wege zu begehen und zu untersuchen, und für ungesäumte Ausbesserung entdeckter Mängel zu sorgen; selbstverständlich müssen ihnen hierbei hinlängliche Kenntnisse und Gewandtheit in den Geschäften des Waldwegbaues zur Seite stehen.

Zweiter Abschnitt.

Von den Waldwegen.

---

§. 126.

Von den Waldwegen im Allgemeinen.

Nachdem in den §§. 49 und 50 eine ausführliche Anleitung für den Entwurf des systematisch in einander greifenden Wegnetzes gegeben worden ist, handelt es sich hier hauptsächlich darum, über die verschiedene Art und Weise des auszuführenden Baues der Waldwege das Nothwendige beizufügen, wobei wir uns deshalb kürzer fassen können, weil in dem ersten Abschnitte die Lehre vom Baue und der Unterhaltung der Waldstraßen weitläufig nach den Regeln des allgemeinen Straßenbaues durchgeführt worden ist. Die Waldwege aber unterscheiden sich von den Waldstraßen einmal durch ihre geringere Bedeutung für den allgemeinen Verkehr, aber desto größere für die Ausfuhr der Forsterzeugnisse und die Rentabilität des Waldes, dann durch die geringere Vollkommenheit ihrer Anlage, indem kunstmäßig hergestellter Steinbau, sowie die übrigen Bauten und Nebenanstalten entweder ganz wegfallen, oder doch nur theilweise und beschränkte Anwendung finden, überhaupt die ganze Art des Baues im Allgemeinen eine weit einfachere und wohlfeilere sein wird. Hauptgrundsatz muß auch hier bleiben, unter Vermeidung alles Unnöthigen, mit dem möglichst geringen Kostenaufwande dauerhafte Arbeit auszuführen. Der Einsicht und dem sachverständigen Urtheile des mit der Herstellung solcher Waldwegbauten betrauten Forstverwalters ist nach dieser Richtung hin ein weites Feld geöffnet und demselben überlassen, die jedesmaligen örtlichen Verhältnisse je nach der Gestaltung des Geländes, der Beschaffenheit des Bodens, sowie aller übrigen einschlägigen wirthschaftlichen Gründe, so aufzufassen und entsprechend zu behandeln, daß er seinen Zweck am vollkommensten erreicht, und wird dies um so sicherer der Fall sein, je mehr sich derselbe vorher

mit den Regeln und Grundsätzen des allgemeinen Straßenbaues bis in das Einzelnste bekannt gemacht haben wird, weil ihm dann nur die Aufgabe bleibt, das dort Festgestellte den gegebenen Verhältnissen anzupassen, und an die Stelle der verschiedenen kostspieligeren Bauten einfachere und billigere, dabei aber doch ihren Zweck erfüllende Anstalten und Einrichtungen treten zu lassen.

Das Geschäft der Absteckung, Aufnahme und Berechnung bei Anlage der Waldwege, ist gewöhnlich kein so ins Einzelne eingehendes und umständliches, wie bei dem Waldstraßenbau, sondern ein mehr summarisches Verfahren, wobei die theoretischen Vorarbeiten mit den eigentlichen Bauarbeiten in engere Verbindung treten, ja oft gemeinsam bethätigt werden können. Die Hauptrücksichten, welche beim Baue der Waldwege zu nehmen sind, beziehen sich auf das Gefäll, die Entwässernng und die Bodenverhältnisse.

Dabei versteht sich von selbst, daß die Anlage der Waldwege in der Ebene wieder eine weit einfachere und wohlfeilere Sache sein wird, als im Gebirge, weil hier die Rücksichten in Bezug auf das Gefäll nicht vorhanden sind, das Bewegen von Erdmassen sich meistens bloß auf Einebnen der Fahrbahn beschränkt, und in der Regel das Hauptwegnetz mit der Waldeintheilung vollständig zusammenfällt.

§. 127.

Haupt- und Nebenwege.

Aus dem im §. 49 Gesagten geht hervor, daß wir in Bezug auf die Wichtigkeit und Benutzung der Waldwege einen Unterschied zwischen Haupt- und Nebenwegen begründen können.

Die ersteren sind mehr oder weniger ständig benutzte Waldwege, welche die Verbindung aller Waldtheile mit den Feld- und Grenzwegen, oder Straßen herstellen, und entweder durch die Districte, oder zwischen denselben hinziehen, oder aus der Mitte der Waldungen nach verschiedenen Richtungen führen können, je nachdem dieses die Ausfuhr der Forsterzeugnisse bedingt. Auf ihre sorgfältige Anlage und Instandhaltung muß die Thätigkeit des Forstverwalters hauptsächlich gerichtet sein, denn dieselben sollen sich immer in einem fahrbaren Zustande befinden.

Die Nebenwege dagegen ziehen durch die einzelnen Abtheilungen, oder zwischen denselben, sind in der Regel viel kürzer und dienen dazu, die Forstproducte, Holz, Streu ꝛc. aus den einzelnen Hiebs- oder Bezugsorten auf die Hauptwege zu bringen. Sie werden entweder

bei kleinen Abtheilungen, zur Ausbringung geringer Holzmassen der Hauptnutzung für nur einige Jahre, andere wieder zum Ausbringen der Auszugs- und Nachhauungen auf eine längere Reihe von Jahren, dann erst wieder in großen Zeitabständen zur Ausschaffung der Zwischennutzungen (Durchforstungs-, Reinigungsergebnisse) benutzt. Auch können diese Nebenwege theilweise mit den Hauptwegen zusammenfallen, und oft, große Berghänge bedeckende Holzbestände zugänglich machend, für eine lange Reihe von Jahre gebraucht werden. Im Allgemeinen werden die Nebenwege nur zeitweise Bedeutung haben, bedürfen neben der einfachsten, oft bloß im Planiren bestehenden Anlage nur periodischer, durch ihren jeweiligen Gebrauch bedingter Reparaturen, und wird in der Regel von einem eigentlichen Waldwegbau bei ihnen keine Rede sein können.

Die Unterhaltung der ständig benutzten Hauptwege und die Ausbesserung derjenigen Nebenwege, welche für das laufende Jahr zur Benutzung kommen, werden neben der Unterhaltung der Waldstraßen, nach Vollendung und Durchführung des ganzen Wegnetzes, immer die Hauptsachen zur Aufnahme in den jährlich anzufertigenden Wegbauvorschlag der Revierverwalter bleiben, und diese Wege durch die jährlich wechselnde Lage der Hiebsflächen, aus denen die Holzernte anfällt, oder der zur Streunutzung ꝛc. bestimmten Waldorte bedingt werden. Der Entwurf dieses Wegbauvorschlages wird also erst dem bereits genehmigten jährlichen Fällungs-, beziehungsweise Nebennutzungsvorschlage nachfolgen können, und sich nach diesem richten müssen.

Wir werden in den nächsten Paragraphen den Bau der Waldwege überhaupt, namentlich mit Rücksicht auf die verschiedenen Bodenverhältnisse in's Auge fassen, und die Anleitung zu deren Verbesserung und Herrichtung, je nach dem Wechsel obiger Factoren geben, dabei aber eine getrennte Behandlung der Haupt- und Nebenwege als solcher deshalb nicht vornehmen können, weil zwischen der Art ihrer Anlage kein scharf begrenzter Unterschied sich feststellen läßt, sondern Uebergänge stattfinden, ja möglicherweise die verschiedenen Bauten, von welchen die Rede sein wird, auf verschiedenen Strecken eines und desselben (sowohl Haupt- als Nebenweges), je nach dem Wechsel der örtlichen Verhältnisse, zur Anwendung und Ausführung kommen können. Dabei erlauben wir uns, alle jene Punkte zu übergehen, welche aus dem Waldstraßenbaue bereits bekannt sind.

§. 128.

Allgemeine Hauptgrundsätze beim Baue der Waldwege.

Die Hauptpunkte, welche nach den im §. 126 bereits im Allgemeinen angedeuteten Rücksichten beim Baue der Waldwege hervorgehoben zu werden verdienen, sind folgende:

I. Zweckmäßige Absteckung der Längenrichtung, und im Gebirge gute Anlage des Gefälles;
II. Feststellung der Wegbreite;
III. sorgfältige Wasserableitung und Trockenlegung;
IV. Planirung, Herstellung der Wölbung und Erhaltung derselben;
V. entsprechende Behandlung der Bodenverhältnisse und Verbesserung ungünstiger, und
VI. ständige Unterhaltung der benutzten Wege.

Wir werden auf diese verschiedenen Punkte näher eingehen.

§. 129.

I. Absteckung der Längenrichtung und Anlage des Gefälles.

In Bezug auf die Bestimmung der Wegrichtung im Allgemeinen beziehen wir uns auf das im §. 50 über den Entwurf des Wegnetzes Gesagte. Da die Waldwege, namentlich die Nebenwege, als Verbindungen oft nicht sehr lang sind, so wird die Absteckung der Längenrichtung in vielen Fällen mit weit weniger Schwierigkeiten verbunden sein, als jene der Waldstraßen; freilich wird im Gebirge die gerade Richtung nur dann beibehalten werden dürfen, wenn die Anlage nicht zu steil wird, obgleich hier ein stärkeres Gefäll, als das normale, wie schon früher erwähnt, namentlich dann als gerechtfertigt erscheint, wenn der Weg durch zweckmäßige Einmündung in benachbarte so angelegt wird, daß derselbe leer bergauf befahren werden kann. Dabei ertragen Wege auf festem, steinigem Boden ein weit stärkeres Gefäll, als jene in lockerem Sande, weil letztere dem Ausspülen sehr ausgesetzt sind. Ueberhaupt, je besser und glatter die Straßenbahn ist, desto weniger darf sie Steigung haben. Sollte aber die Beibehaltung der geraden Richtung ein unter allen Verhältnissen zu starkes Gefäll bedingen, so ist man genöthigt, den Weg in Schlangenlinien um den Berghang zu führen, und ist es dann oft leicht möglich, demselben ein durchaus gleichmäßiges Gefäll um so eher zu geben, als es bei der Anlage der Waldwege auf die genaue Einhaltung der Ausmündungspunkte

gewöhnlich nicht so sehr ankommt, und die Lage des Weges oft nicht so bestimmt eingehalten zu werden braucht, als bei den Waldstraßen.

Zur Absteckung solcher Wegrichtungen mit gleichmäßigem Gefäll in Waldungen, ist die §. 33 beschriebene Canalwage in Verbindung mit einer Meßkette, dann auch das Bose'sche Instrument und der Gefällstock recht gut zu gebrauchen. Wir wollen diese Arbeit mit der Canalwage betrachten.

Gesetzt, es solle von einem Thale aus um einen Berghang ein Weg als Verbindung mit einem höher liegenden abgesteckt werden, so wird man gut thun, vor Allem den Höhenunterschied zwischen dem angenommenen Ein- und Ausmündungspunkte durch Nivelliren zu ermitteln, dabei gleichzeitig eine etwaige Richtung des Weges abzustecken, welche einem zu rechtfertigenden Gefälle entsprechen möchte, und die Länge derselben mit der Kette auszumessen. In manchen Fällen, namentlich wenn die abzusteckende Wegrichtung junge, undurchdringliche Holzbestände durchschneiden muß, kann zur beiläufigen Bestimmung der Länge des anzulegenden Weges, jene eines benachbarten alten Weges gemessen werden. Aus der Vergleichung der Höhe und projectirten Weglänge ergibt sich das durchschnittlich relative Gefäll. Ist letzteres ein befriedigendes, so kann nunmehr die definitive Absteckung sogleich erfolgen; wäre das berechnete Gefäll zu stark, so sucht man die Länge zu vergrößern, oder besser den Ausmündungspunkt durch Nivelliren um so viel tiefer zu rücken, daß aus dem verminderten Höhenunterschiede und der jetzt freilich auch etwas veränderten Länge ein entsprechendes Gefäll sich berechnet, um unter Zugrundlegung desselben die definitive Absteckung der Wegrichtung nun in folgender Weise vorzunehmen, wobei die etwaige erstmalige Absteckung nicht mehr berücksichtigt wird, weil diese keinen anderen Zweck hatte, als die beiläufige Länge des zukünftigen Weges zu ermitteln.

Angenommen der Weg erhalte beiläufig*) 7% Gefäll, so messe man vom Anfangspunkte eine Kettenlänge (20 Meter) in der etwaigen Richtung dieses Gefälles am Berghange hin, und lasse die Kettenstäbe in die Endpunkte dieser abgemessenen Strecke einsetzen und festhalten. Stellt man ohngefähr in der Mitte der Station, seitlich der ausgespannten Kette, die Canalwage auf, neben den beiden Kettenstäben Schieblatten, und liest

*) Denn genau kann die Berechnung deshalb nicht ausfallen, weil die Länge nur annähernd ermittelt würde; zur Anlage der Waldwege von minderer Bedeutung aber ist dieses Verfahren durchaus genügend.

aus ein und derselben Horizontalebene die Lattenhöhen in den Endpunkten 1 und 2 der Station ab, so müßte die im Punkte 2 stehende Latte um 1,4 Meter kleiner sein, als jene in 1 abgelesene, wenn Punkt 2 mit Rücksicht auf das anzulegende Gefäll richtig gewählt worden wäre, d. h. die Steigung von 1 bis 2 gerade 7 % beträgt. In der Regel wird diese Ablesung natürlich nur selten zutreffen. Gesetzt, man habe im Anfangspunkte 1 z. B. 2 Meter abgelesen, so müßte die Latterhöhe im Punkte 2 sich zu 3,4 Meter ergeben; um sich hiervon zu überzeugen und den richtigen Punkt 2 sogleich aufzusuchen, stelle man die Latte im Punkte 2 genau auf 3,4 Meter mit der Richtungslinie ein, und sehe zu, ob das Absehen über die Wasserflächen genau trifft. Ist dies, wie gewöhnlich, nicht der Fall, so muß der Kettenzieher Nr. 2 mit seiner unveränderten Latte und seinen Kettenstab bei angespannt bleibender Kette mitnehmend, wenn das Absehen im Punkte 2 über die Richtungslinie ging, so lange am Berghange hinaufrücken und durch öfteres Probiren einen Punkt auffuchen, bis die dort aufgestellte Latte genau mit der Richtungslinie in der Absehlinie steht. Wäre anfänglich die letztere zu tief gegangen, so ist das Verfahren ein umgekehrtes. Der letzte Punkt, in welchem Kettenstab und Latte standen, ist nun der richtige Punkt 2. Auf gleiche Weise nimmt man alle übrigen Stationen vor.

Bei Aufstellung der Canalwage hat man nur ferner darauf Rücksicht zu nehmen, daß man dieselbe in einer zweckmäßigen Höhe zu dem Stationspunkte Nr. 1 aufstellt, damit man als hintere Lattenhöhe (Rückblick) immer noch eine Zahl ablieſt, von welcher 1,4 Meter abgezogen, und die Zieltafel in Nr. 2 dann auf den Rest einstellt werden kann.

Würde man abwärts nivelliren, so wäre das ganze Verfahren ein umgekehrtes. In keinem Falle erfordert dasselbe umständlich eingehende Aufzeichnungen und Berechnungen.

Wäre man mit dem letzten Stationspunkte nicht ganz auf dem gewünschten Ausmündungspunkte herausgekommen, was in der Regel der Fall sein mag, so wird doch die Abweichung nicht sehr bedeutend sein, und der letzte Stationspunkt vielleicht ohne Weiteres als Ausmündungspunkt angenommen werden dürfen, widrigenfalls man nach Verhältniß der Abweichung diese, wenn sie gering ist entweder auf die letzten Stationen vertheilen, oder bei bedeutender Abweichung (die übrigens nicht wohl vorkommen kann) auf eine größere oder die ganze Strecke ausgleichen müßte.

Besondere Rücksicht bei Absteckung der Waldwege, namentlich jener

mit starkem Gefäll, ist ferner auf den Umstand zu nehmen, in welchen Sortimenten das Holz ausgeschafft wird, um bei dem Langholztransporte die Wendungen nicht zu kurz zu nehmen, sondern denselben einen Halbmesser von 10—20 Meter zu geben, niemals aber zwei entgegengesetzte Curven unmittelbar aufeinander folgen zu lassen, sondern dieselben durch eine wenigstens 30 Meter lange, gerade Strecke zu verbinden, welche Rücksichten gleichfalls beim Baue der Waldstraßen bereits besprochen worden sind.

§. 130.

II. Feststellung der Wegbreite.

Hauptwege sollen in der Regel, mit Einschluß der Gräben, eine Breite von 6—8 Meter erhalten, namentlich in Hochwaldungen, auf lehmigem, bindendem Boden, wo die langen Stämme das Eindringen der Luft und Sonne zu sehr hindern und schmale Wege schwer abtrocknen, namentlich, wenn sie in denselben Geleisen befahren werden, und alsdann bei Frequenz von einiger Bedeutung fortwährende Ausbesserungen erfordern. Da ferner bei den Waldwegen meistens die ganze Breite des Weges, weil hier gewöhnlich die Anlage der Fußbänke wegfällt, als zur Fahrbahn gehörig betrachtet und benutzt wird, so ist mit zu schmalen Wegen der weitere Nachtheil verbunden, daß zwei sich begegnende Fuhrwerke, um ausweichen zu können, genöthigt sind, ganz an die Grenze der Gräben zu fahren, wodurch diese leicht beschädigt und eingerissen werden, zumal bei nassem Wetter.

Den Nebenwegen von geringerer Frequenz und Bedeutung, bei welchen selbst die Anlagen der Gräben unterlassen werden muß, kann eine Breite von 4—6 Meter gegeben werden, und müssen dieselben im letzteren Falle einspurig genommen werden. Kommt es dabei im Gebirge mitunter vor, daß s. g. Sackwege nicht vermieden werden können, auf welchen die Fuhrleute hin- und zurückfahren müssen, so ist an hierzu geeigneten Orten für die Planirung von Umkehrplätzen Sorge zu tragen. Diese Kehrplätze sollten etwa alle 1000 Schritt angelegt sein und nicht unter 12 Meter Durchmesser haben.

Die Böschungen der Waldwege, wo solche nöthig sind, werden einfach aus der vorhandenen, an der Bergseite abgehobenen Erde gebildet, und an gefährlichen Stellen durch Stützmauern ersetzt.

§. 131.

III. Sorgfältige Wasserableitung und Trockenlegung.

Auf sorgfältige Wasserableitung muß man, wenigstens bei den Hauptwegen, abgesehen von der ohnehin langsameren Abtrocknung

derselben in Folge ihrer geringeren Breite und stärkeren Beschattung, um so mehr bedacht sein, als das in dem Straßenkörper sitzende Wasser hier nicht durch den Steinbau (da dieser fehlt) abziehen kann. Diese Entwässerungsanstalten bestehen in der Anlage von Seitengräben, wo immer diese durch die Localität bedingt sind, wenn auch von geringen Dimensionen und einfacher Aushebung, ferner namentlich in der Anlage der Sickerdohlen in versumpften Waldorten, dann der Mulden, Rinnen und Durchlässe an hierzu geeigneten Stellen, wobei alle diese Anstalten natürlich in der einfachsten Bauart und mit möglichst geringem Aufwande herzustellen sind.

§. 132.

IV. Planirung, Herstellung der Wölbung und Erhaltung derselben.

Nach erfolgter Abräumung wird das Planiren vorgenommen, und bei Gebirgswegen von der abgesteckten Axe aus gegen den Berg abgegraben, und die von Unkraut und Wurzeln gereinigte Erde so lang nach unten aufgeschüttet, bis die verlangte Breite hergestellt ist; die Bahn wird dann eingeebnet und gestampft. Hierauf wird an der Bergseite gehörig abgeböscht, und mit dem Abtrage auch nach unten eine zweckmäßige Abdachung hergestellt. Man sucht beim Planiren die festere Erde zur Fahrbahn zu verwenden. In dieser dürfen jedoch keine großen Steine belassen, sondern diese müssen vorher zerkleinert werden, erhöhen dann aber die Festigkeit. Am Berghange endlich wird ein Graben gezogen, mit dem Auswurfe der Weg erhöht, bei nicht zu steiler Lage eine Wölbung hergestellt und diese durch den von Zeit zu Zeit nöthigen Aushub des Grabens erhalten.

Bei den Nebenwegen auf ebenem Gelände handelt es sich hauptsächlich nur darum, die abgesteckte geringe Wegbreite von dem stehenden Holze, Stöcken ꝛc. zu befreien, wobei das von den Nebenbeständen eingreifende Wurzelwerk noch zur Befestigung des Weges beiträgt. Die Grabenanlage unterbleibt in der Regel, und das Planiren besteht, wo der Boden nicht schon an sich als Fahrbahn benutzt werden kann, nur im Ausfüllen der Löcher und Vertiefungen mit Steinen, Erde, Sand, Faschinen. Höchstens müssen sumpfige Stellen, wie später angegeben wird, überbrückt werden.

§. 133.

V. Entsprechende Behandlung der Bodenverhältnisse und Verbesserung ungünstiger.

Die verschiedene Art der dauerhaften Befestigung der Waldwege hängt größtentheils von dem Feuchtigkeitsgrade und den Bestandtheilen des Bodens ab, über welchen der Weg geführt werden soll,

sowie von dem Materiale, welches zur Verbesserung ungünstiger Bodenverhältnisse am leichtesten und wohlfeilsten zu verwenden ist.

Wir wollen, nachdem in den vorhergehenden Paragraphen von der Entwässerung und Trockenlegung der Waldwege gesprochen worden ist, in Bezug auf die Beschaffenheit der Bodenverhältnisse folgende Hauptunterschiede feststellen:

1) Der Boden besteht aus grobem, festem Sande, mit etwas Lehm (s. g. sandiger Lehmboden), oder aus Kies, welcher den größten Theil des Jahres sich ganz fest befahren und nur bei anhaltender Nässe das Fuhrwerk etwas einsinken läßt; oder
2) derselbe besteht aus reinem Sande (Flugsand), dessen einzelne Theile, ohne vom Wasser erweicht zu werden, dennoch gar nicht zusammenhängen, und wegen der Feinheit das Fuhrwerk tief einsinken lassen, wobei sich die Spur der Räder (die Geleise) durch Zusammenfallen der Ränder sogleich wieder schließt. Ein solcher Boden ist jederzeit schlecht zu befahren.
3) Der Boden besteht aus Thon, Lehm, oder Dammerde, ist bei trockenem Wetter zwar sehr gut, desto weicher und schlechter aber bei nassem Wetter zu befahren.
4) Der Boden ist beständig zu weich, um den Eindrücken der Räder zu widerstehen, so daß die Fuhrwerke so tief einsinken, daß sie entweder gar nicht, oder nur mit der größten Beschwerlichkeit und Anstrengung des Zugviehes fortkommen können (versumpfter, morastiger Boden).

Dabei können obige Bodenverhältnisse auf einem und demselben Wege streckenweise wechselnd vorkommen. Wir werden in dem Nachfolgenden die Behandlung und resp. Verbesserung der Wege in einem oder dem andern Falle näher besprechen.

§. 134.

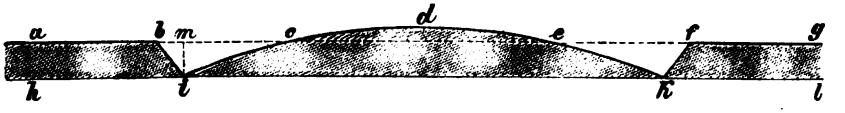
1. Sandiger Lehm- und Kiesboden. (Erdwege.)

Da ein solcher Boden für das daraufgehende Fuhrwerk ohne alle weitere Befestigung brauchbar ist, so ist hier bloß nothwendig, dessen äußere Gestalt durch Abräumen und Planiren so herzurichten und zu bearbeiten, wie dieß dem Gebrauche, der Sicherheit und Entwässerung entspricht. Man nennt solche Wege Erdwege. Sie können unter Ersparung von Seitengräben, und ohne dadurch an Brauchbarkeit zu verlieren, namentlich in Ebenen auf folgende Weise in das Gelände eingeschnitten werden.

Angenommen die Linie abcefg (Fig. 107) stelle das Planum der

Erdoberfläche vor, so wird man auf beiden Seiten anstatt der Gräben nur die dreieckigen Einschnitte b i c und e k f durch Abtrag herstellen, und mit letzterem eine starke Wölbung c d e bilden. Die Arbeit geschieht in

Fig. 107.



der Weise, daß zuerst von b bis c, dann von f bis e der Rasen oder die obere, mehr vegetabilische Substanzen enthaltende Bodenschicht abgeschürft, dann die tieferen Einschnitte bis zu i und k ausgegraben und mit dem daraus gewonnenen Materiale die nach beiden Seiten gleichmäßig abzudachende Wölbung c d e gebildet wird; dabei wird am besten der Rasen ganz auf Seite geworfen, weil an Pflanzenstoffe reiche Erde die Fahrbahn weniger fest macht und die Feuchtigkeit mehr hält als die nicht mit vegetabilischen Bestandtheilen gemengte Erde. Ebenso dürfen Wurzeln, Stöcke und große Steine, welche Erschütterungen verursachen, nicht belassen werden.

Die Tiefe der Einschnitte richtet sich nach der Wegbreite, und beträgt, letztere zu 6—7 Meter angenommen, etwa $^1/_2$ Meter. Bei solchen Erdwegen fließt nun das Wasser von der stark gewölbten Oberfläche in die Einschnitte ab. In geneigten Lagen ist jedenfalls dafür zu sorgen, daß in angemessenen Abständen in den Einschnitten kleine Erddämmchen quer stehen bleiben (nicht abgegraben werden), und daß durch eingehauene Seitenabflüsse das Wasser Abzug erhalte.

Beim Planiren wird natürlich sogleich auf diese einzuschneidende Form des Weges Rücksicht genommen und die Arbeit dadurch erleichtert, daß man bei Entfernung der Unebenheiten an den beiden Seiten des Weges tiefer eingräbt, als gegen die Mitte hin.

Diese eingeschnittenen Erdwege haben den Vorzug, daß sie eine breitere Fahrbahn darbieten, weil bis in die Einschnitte i und k gefahren werden kann, daß sich dieselben bei ihrer starken Wölbung trocken erhalten, daß ihre Anlage nicht kostspielig ist.

Läßt man die unter der Erde vorkommenden größeren Steine kleinschlagen, und verwendet dieselben in Vermengung mit ersterer zur Herstellung der Fahrbahn und Wölbung, so wird dadurch die Festigkeit des Baues noch erhöht werden können.

Führen solche Wege quer an Abhängen hin, so ist auf der oberen Seite tiefer als auf der unteren, und bei starker Neigung auf letzterer gar

nicht einzuschneiden, sondern die Erde von der oberen so lang auf die tiefere zu werfen, bis der Weg etwas gegen den Berghang geneigt ist. Uebrigens möchten für das Gebirge diese eingeschnittenen Wege ohne Gräben im Allgemeinen weniger Empfehlung verdienen.

§. 135.

2. Reiner Sand (Flugsand).

Zieht der anzulegende Weg über Flugsand, welcher für schwerbeladenes Fuhrwerk äußerst mühsam zu befahren ist, so kommt es vor Allem darauf an, die Länge solcher Strecken, die Frequenz des Weges und die Belastung des Fuhrwerkes mit den zur Verbesserung vorhandenen Materialien in Vergleich zu bringen.

Ist der Weg nicht wichtig, die Strecke nicht allzu lang und taugliches Material zur Herstellung eines Steinbaues nicht vorhanden (in ebenen Gegenden wird Steinmaterial häufig gänzlich fehlen), so möchte es oft am allerbesten sein, den Weg in seinem natürlichen Zustande zu belassen. Nur sucht man hier statt der Seitengräben, auf beiden Seiten längs des Weges, unter richtiger Wahl der auf dem Sande fortkommenden Holzarten oder Gesträuche, eine dichte Beschattung zu erzielen, welche den Sand feucht erhält, weil er in diesem Zustande doch etwas mehr Widerstand leistet, auch durch das in den Weg hineinlaufende Wurzelwerk sich etwas mehr binden wird. Endlich ist der weitere Vortheil damit verknüpft, daß eine Verwehung solcher Wegstrecken nicht so leicht stattfinden kann.

Befindet sich aber in der Nähe ein Lehm- oder Kalklager, so wird man nicht versäumen, den Weg von Zeit zu Zeit mit einer Lehmschicht zu bedecken, oder mit Kalkgeschieben zu überfahren, um dadurch den Boden bindender zu machen.

Man hat wohl auch s. g. lebendige Wege empfohlen, welche sich jedoch bei schwerem Fuhrwerke und starker Frequenz nicht als dauerhaft bewährt haben. Von dünnen Weidenreisern wird nämlich eine 20—25 Centim. dicke Schicht so unter den Weg gelegt, daß die Stammenden in der Mitte des Weges ineinander greifen, und die Spitzen nach den Seiten hin und über den Boden hervorstehen. Dieser Bau wird mit abgegrabener Erde 30 Centim. hoch überdeckt. Die auswachsenden Weiden verwurzeln sich und durchziehen den Wegkörper, wodurch für nicht zu schweres Lastwerk eine ziemlich feste Fahrbahn entsteht; allein gar oft fehlt es dazu auch an dem nothwendigen Weidenmateriale. Eine dauerhafte Befestigung kann solchen Wegen nur durch Grundbau gegeben werden.

§. 136.

3. Thoniger, lehmiger, Dammerde-Boden.

Der Thonboden kann dadurch verbessert werden, daß man entweder durch Ueberdeckung und Sättigung mit grobem, festem Sande oder Kiese, wenn solcher aus in der Nähe befindlichen Gruben zu entnehmen ist, die Fahrbahn zu befestigen sucht, oder durch kleingeschlagene Steine s. g. Schotterwege bildet, an den gefährlichsten und schadhaftesten Stellen selbst Grundbau anwendet und für stete Entwässerung durch Anlage und Offenhaltung der Gräben und Erhaltung der Wölbung Sorge trägt.

Was die Aufschüttung von Sand betrifft, so kann dieser von 10 bis zu 30 Centim. Höhe, je nach dem Thongehalte des Bodens, aufgefahren werden. Am besten ist es, diese Arbeit nicht auf einmal auszuführen, sondern das Ueberdecken mit Sand bei nassem Wetter öfter zu wiederholen, um die Vermengung zu fördern. Solche nach und nach mit Sand gesättigte Wege sind oft von langer Dauer, wenn man für gute Unterhaltung sorgt.

Noch besser wird der Weg durch Kieseinbettung, wobei grober Kies vorzuziehen ist; sie wird wie die Sandbettung hergestellt, große Kiesstücke aber sind zu zerschlagen.

Bei Lehmboden und Dammerde verhält es sich ebenso, nur daß dieser Boden an sich doch etwas fester ist und weniger nachgiebt. Steinbau ist natürlich auch für solche Wegstrecken immer am besten. Sind einzelne Stellen zu wasserhaltend, so kann man auch zu den in den §§. 138 und 139 beschriebenen Knüppel- oder Faschinenwegen seine Zuflucht nehmen.

§. 137.

4. Sumpfiger, morastiger Boden.

Bei Weganlagen auf sumpfigem oder morastigem Boden handelt es sich vor Allem darum, wo möglich die §. 131 besprochene Entwässerung vorzunehmen, dann durch Auffüllung von Erde und Anwendung von Sand oder Kies die Stelle wo möglich zu erhöhen, oder auch dieselbe durch Steinbau fahrbar zu machen. In vielen Fällen aber wird die Entwässerung nicht, oder nur theilweise auszuführen sein, Steinmaterial fehlen, und handelt es sich dann darum, auf sonstige Weise an solchen versumpften Waldorten brauchbare Fahrbahnen herzustellen. Hierzu empfiehlt sich die Anlage der s. g. Knüppelwege, der Buhnen- oder Faschinenwege, oder auch der Reisigwege, welche wir im Nachfolgenden näher betrachten wollen; für kürzere Strecken auch der schon besprochenen lebendigen Wege.

§. 138.

Von den Knüppelwegen.

Ist der Boden in Folge vorhandener Quellen, oder durch Wasseransammlung sehr naß, so werden die s. g. Knüppel- oder Brückwege, deren Anlage höchst einfach ist, mitunter gute Dienste leisten. Es muß aber hauptsächlich für eine gute Planirung gesorgt sein, damit die Holzbrücken sich nicht neigen können.

Je nach der Wegbreite und der Versumpfung des Bodens werden 2 bis 4 etwa 20 Centim. starke Stangen über die eingeebnete Sohle des Wegs, parallel mit dessen Axe, so weit in die Erde gelegt, daß sie über diese nur wenig hervorragen. Die in der Mitte liegenden Stangen dürfen in keinem Falle höher, sondern eher etwas niedriger liegen, als die beiden äußeren. Quer über diese Lage nun werden, je nach der Wegbreite, 3—4 Meter lange, abgesägte Knüppel (Prügel) von Stangen von 12—18 Centim. Stärke gebrückt, d. h. neben einander gelegt, auch um Verschiebung zu hindern festgepflockt, und sollte der Boden zu weich sein, unter die Brücke zuvor selbst ein Pfahlrost gegründet. Man verwendet zu den Brücken am besten unterdrückte Stangen aus älteren Beständen, welche länger ausdauern, als junge, schnellwachsende Stangen, und zwar am liebsten Fichten, Kiefern oder Tannen, wegen ihrer Reinschaftigkeit und ihres geraden Wuchses, und nur in deren Ermangelung harte Holzarten. Gleiche Stärke der Prügel ist nothwendig, damit dieselben beim Ueberfahren keine Erschütterungen verursachen, welche man am besten dadurch gänzlich vermeidet, wenn man diesen Brückenbau mit der vorher abgetragenen Erde, etwa 10 Centim. hoch, überdeckt. Die Querprügeln dürfen nie hohl auf den Längsprügeln liegen, weil sonst die Brücke leicht bricht. Man legt daher die Längsstangen fast ganz in den Boden, und stampft die Erde zwischen ihnen fest. Es soll übrigens die Anlage dieser Knüppelwege für versumpfte Stellen von nicht zu großer Ausdehnung nur dann empfohlen werden, wenn Steinmaterial fehlt, Holz aber in Ueberfluß vorhanden ist.

§. 139.

Von den Buhnen- oder Faschinenwegen.

Die Anlage der Faschinen-, oder Buhnenwege empfiehlt sich auf tiefgründigem, sumpfigem und moorartigem Gelände, wo das Einsenken der Steine zu kostspielig würde. Die möglichste Ent-

wässerung hat natürlich auch hier der Planirung vorauszugehen, und nachdem auch die letztere erfolgt ist, der Faschinenbau in folgender Weise zur Ausführung zu kommen:

Ueber die Breite des Weges werden Vorlegefaschinen von einer der Wegbreite entsprechenden Länge und 30—45 Centim. Dicke, möglichst dicht neben einander, und in sehr weichem Boden drei und mehrere Lagen Faschinen übereinander gelegt. Letztere fertigt man am besten von weichen Laubholzarten, namentlich Weiden und Pappeln, auch unterdrückten Nadelholzbüschen und Aesten von Fichten oder Tannen sammt den Nadeln. Das Holz wird mit Wieden in Abständen von 1/2 Meter und an beiden Enden in halb so großen Abständen recht festgebunden. Die Faschinen der zweiten Lage kommen dabei auf die Zwischenräume der untersten, die der dritten auf jene der zweiten Lage. Sind die Faschinen nicht so lang zu haben, daß sie über die ganze Sohle des Weges reichen, so dürfen doch nicht mehr als höchstens zwei nebeneinander gelegt werden, weil sonst die Verbindung lose, und die Haltbarkeit des ganzen Packwerkes zu gering wird. Werden mehrere Lagen Faschinen übereinander gelegt, so soll die unterste Lage am breitesten hinaustreten, und die darauf folgenden um etwa 30 Centim. eingezogen werden. Ueber diese Faschinenschichten werden nun parallel mit der Axe, Würste oder Bundfaschinen gelegt, und mittelst einzuschlagender Pflöcke (Nägel) von 10—15 Centim. Dicke und einer der Höhe der Schichten und der Eindringlichkeit des Untergrundes entsprechenden Länge befestigt (vernäthert). Diese Nägel sind oben mit Hacken versehen, und werden durch den ganzen Faschinenbau tief in den Boden getrieben. Dabei kann jede Schicht Vorlegefaschinen durch Würste (also die Faschinen in der Länge und Quere wechselnd) befestigt werden, oder es genügt bei nur wenigen Lagen die oberste zu vernäthern. Gewöhnlich wird dabei eine Wurst in der Mitte und je eine an beiden Außenseiten, 1/2 Meter von dem Ende, aufgenagelt. Zu den Bundfaschinen nimmt man die biegsamsten Reiser, macht dieselben höchstens 12—18 Centim. dick, dagegen bis zu 7 Meter lang, und giebt ihnen alle 25 Centim. durch Wieden ein Band.

Dieses Faschinenpackwerk wird nun mit der Erde, welche man aus den beiderseits anzulegenden Gräben entnimmt, oder besser noch mit herbeigefahrener festerer Erde überdeckt und das Ganze hinreichend mit Kies überschüttet, damit die Bänder (Schlösser), welche alle nach unten gelegt werden sollen, durch die Räder nicht aufgesprengt werden, und sich eine ebene Fahrbahn herstellt. Ein solches Packwerk wird

sich nach und nach verfilzen, da die Laubholzreiser wieder ausschlagen, und wird die dauerhafte Befestigung desselben noch dadurch erhöht, daß man die Wegränder mit Pappeln oder Weiden besteckt.

Zur Ersparung an Material sucht man natürlich sowohl diese, als auch die im vorigen §. beschriebenen Knüppelwege so weit als zulässig in ihrer Breite zu beschränken, und ist die Anwendung solchen Faschinenbaues, namentlich auch zur Befestigung und Ausfüllung einzelner nassen Stellen und Löcher an Wegen mit abhängiger Lage, in Ermangelung von Steinmaterial zu empfehlen, weil dadurch zugleich das Abschwemmen des Bodens verhütet wird.

§. 140.

Von den Reisigwegen.

In holzarmen Gegenden würde der soeben beschriebene Faschinenbau sehr theuer kommen, und ist man hier oft genöthigt, seine Zuflucht zu den s. g. Reisigwegen zu nehmen, welche weniger Holzmaterial erfordern, und in der Regel auf Torflagern Anwendung finden. Sie werden, nachdem letztere möglichst trocken gelegt sind, aber auch dann bei nassem Wetter kaum zu befahren sein würden, in folgender Weise angelegt: Man benutzt Fichten- oder Lärchenstangen, auch Kiefern von 4 — 7 Centimeter Dicke am Stammende, welche, nachdem sie ausgeästet, quer über den Weg in Entfernung von 3 Centimeter und mit den Stammenden auf beiden Seiten wechselnd gelegt werden. Ueber diese Holzlage wird nun das abgeästete Reisig gleichmäßig ausgebreitet, und dieser Unterbau mit dem Grabenauswurfe überdeckt, planirt, und mit einer 10 — 15 Centimeter hohen Lage grobkörnigen Sandes oder Kieses überschüttet. Den Reisigwegen kann man schon eine größere Breite geben, und stehen dieselben gleichsam in der Mitte zwischen den Knüppel- und Faschinenwegen, sind aber ziemlich dauerhaft, erheischen keine bedeutende Ausbesserung, und können als zum Transporte des Torfes sehr zweckdienlich empfohlen werden.

§. 141.

Versteinung ohne Kunstbau.

Soll einem Waldwege eine Versteinung ohne eigentlichen Grundbau gegeben werden, so gräbt man, nachdem der Erdbau sich vollständig gesetzt hat, in der Breite der Fahrbahn auf 15 — 20 Centimeter Tiefe die Einbettung aus, erhöht und ebnet mit dem Ausstiche die beiderseitigen Fußbänke und füllt alsdann die herbeigeschafften größeren und

kleineren Steine so in den Einbettungsraum, daß erstere wo möglich die unterste Lage bilden und die letzteren obenauf geschüttet werden, und überdeckt endlich das Ganze wo möglich mit einer Kieslage. Daß dabei auf Herstellung einer Wölbung Rücksicht zu nehmen ist, versteht sich von selbst.

§. 142.

Von den Damm- oder Deichwegen.

Sehr häufig sind die in Niederungen der Stromgebiete und an den Ufern der Flüsse gelegenen Waldungen Ueberschwemmungen und Verwüstungen durch das Hochwasser ausgesetzt, und befinden sich sammt den zunächst gelegenen Feldgemarkungen in einem s. g. Deichverbande, d. h. sie sind durch systematisch angelegte Dammbauten, welche das Binnenland von dem Vorlande trennen, gegen die Verheerungen durch Wasser geschützt. Da nun diese Dämme in den meisten Fällen gleichzeitig als Fahrbahnen und Wege benutzt werden, so soll hier das Wichtigste in Bezug auf deren Anlage beigefügt werden.

Als Hauptregel bei den Dammbauten gelten folgende:

1) Die Dämme müssen in einer solchen Entfernung von den Ufern angelegt werden, daß das Mittelwasser dieselben nicht fortwährend bespült, und das Hochwasser hinlänglichen Raum zwischen ihnen findet, dabei aber doch mit seinem Wasserspiegel wenigstens $^1/_2$ Meter unter der Krone oder Kappe (d. h. der oberen Dammbreite) bleibt, und sollen die Dämme eine Stärke erhalten, daß sowohl der Druck der Wassermasse, als der Wellenschlag keine Zerstörungen veranlassen können.
2) Was die Richtung der Deichlinien betrifft, so sollen dieselben, wenn die beiderseitigen Ufer Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, auf geradlinigen Flußstrecken, gleichweit von dem Flußbette, abstehen, dagegen in den Krümmungen der Deich auf der convexen Seite vom Strombette entfernt, auf der concaven demselben genähert werden.
3) Die Krone erhält eine Breite von 4 — 7 Meter, soll womöglich befahren werden können, und wird entweder schwach gewölbt, oder nach Innen (gegen das Binnenland) etwas erhöht, so daß das Wasser nach dem Strome zu abfließt. Sie wird, wie die Dossirungen, mit Rasen bedeckt, weil eine gute Grasnarbe am meisten gegen Abschwemmung schützt, und wenn sie einen Communicationsweg bildet, mit Kies überschüttet. Die

Dossirungen müssen flach angenommen werden, und erhalten am Innendeiche (gegen das Binnenland) eine mindestens doppelte, am Außendeiche aber (gegen das Vorland) eine dreifache Anlage, und die Erfahrung hat gelehrt, daß die Stärke des Dammes im Allgemeinen im richtigen Verhältnisse zu dem Drucke des Wassers steht, wenn die Krone der Höhe gleich ist.

4) Um das Hinauf- und Herabfahren, sowie bei schmaler Dammkrone auch das Ausweichen der Fuhrwerke zu ermöglichen, werden von Strecke zu Strecke, längs der inneren Böschung rampenförmige Auffahrten, s. g. Doppelrampen angelegt, und befindet sich gewöhnlich hinter dem Damme noch ein Weg.

5) Die Deicherde muß fest und zähe sein und darf während der trockenen Jahreszeit nicht reißen, weil dann das Durchquellen des Wassers zu befürchten wäre. Reine Thonerde ist daher nicht gut, sondern sie muß mit Sand untermengt sein. Humusreiche Ackererde wird gleichfalls in der Regel für brauchbar zum Dammbau gehalten, weil sie eine dichte Grasnarbe erzieht; allein ein Uebelstand dabei ist, daß sich in derselben meistens die Maulwürfe in sehr großer Menge ansiedeln, deren Gänge zur Durchquellung des Wassers Veranlassung geben können. Ebenso befördern vegetabilische Stoffe in dem Dammkörper, welche bei ihrer Verwesung schwinden, die Durchdringlichkeit der Deicherde.

6) Bei der Aufführung eines Dammbaues wird zuerst der Rasen auf der betreffenden Bodenfläche abgestochen, dann die Erde durch Hacken oder Pflügen aufgelockert, damit die Anschüttung sich inniger verbinde, und ein Durchquellen zwischen dem gewachsenen und dem aufgeschütteten Boden verhindert werde. Der abgestochene Rasen wird zur Seite aufgestellt und später zum Belegen der Dossirung verwendet. In Entfernungen von etwa $1^1/_2$ Meter werden nur Profile, aus Stangen und daran genagelten Latten bestehend, geschlagen, und die Höhe der Anschüttung nach der zu erwartenden Senkung um $^1/_{24}$ bis $^1/_{12}$ größer angenommen. Die Erde, welche man hinter dem Damme, oder besser aus dem Vorlande entnimmt, wird dann schichtenweise aufgekarrt, oder mittelst Wagen aufgefahren, jede Schicht gehörig geebnet und festgestampft. Da die Profile während dieser Arbeiten sich verschoben haben können, so werden sie schließlich nochmals nachgesehen und die äußeren Böschungen genau danach ge-

regelt. Bei sehr heißem Sommer wird die Belegung mit Rasen nur einen spärlichen Graswuchs ergeben, daher es am besten ist, die Böschungswände dann mit Grassamen zu besäen.

7) Deiche dürfen weder auf der Krone, noch auf den Dossirungen mit Bäumen oder Sträuchern bepflanzt werden, weil dieselben beim Sturme die Erde auflockern, und ihre Wurzeln zur Bildung von Wasseradern Veranlassung geben können. Selbst am Fuße der Außendeiche sind Baumpflanzungen, obwohl sie hier den Dämmen wesentlichen Schutz, namentlich bei Eisgang gewähren, deßhalb nicht zu empfehlen, weil sie das Durchlaßprofil verengern.

8) Um den Graswuchs rein zu erhalten, muß das wuchernde Unkraut, ehe dessen Samen reift, ausgehauen, und um eine gleichmäßige Verwurzelung zu befördern, das Gras öfter im Jahre abgemäht werden. Schweine, Ziegen und Gänse verderben den Rasen und sollen von Deichen fern gehalten werden, dagegen können Pferde und Hornvieh zur Weide gelassen werden, da sie die Maulwurfsgänge zusammentreten.

§. 143.

VI. Ständige Unterhaltung der benutzten Waldwege.

Wie bei den Waldstraßen, ist auch bei den fortwährend benutzten Waldwegen eine ständige Aufsicht und Unterhaltung, namentlich zur Zeit der Holzabfuhr, dann nach Regengüssen und Schneeabgang durchaus nothwendig, um die entstandenen Schäden sogleich auszubessern, was je nach der Art des Weges und der Beschädigungen, entweder durch Einebnen, Ausfüllen der Löcher und Vertiefungen mit Erde, Kies oder Steinen, oder durch Ergänzung des Holz- und Faschinenbaues geschehen kann. Beim Ausfüllen der Vertiefungen mit Steinen ist immer darauf zu sehen, daß die Löcher zuerst mit größeren Steinen ausgelegt und dann mit kleineren überschüttet werden. Sehr empfehlenswerth ist der Gebrauch der Walze, sowohl zur Unterhaltung, als auch schon bei der Anlage der Waldwege ohne Steinbau. Sind die Geleise noch nicht zu stark ausgefahren (wozu man es nie kommen lassen sollte), so reicht es schon hin, ein- oder zweimal mit der Walze den Weg zu überfahren, wodurch die Erde fest in die Geleise gedrückt wird. Das Walzen geschieht am vortheilhaftesten, wenn der feuchte Boden zu trocknen beginnt. Sehr nützlich ist es, lehmige und thonige Wege vor dem Ueberwalzen mit etwas Sand oder Kies zu bestreuen, der eingedrückt

wird, mit dem Boden sich verbindet und die Haltbarkeit des Weges bedeutend erhöht. Zum Walzen der Erdwege genügen Walzen von Eichenholz, wenn sie mit 15 — 30 Centner belastet werden. Besonderes Augenmerk ist ferner auf gute Instandhaltung sämmtlicher Entwässerungsanstalten, namentlich der Gräben und Durchlässe zu richten, und der aus ersteren gewonnene Auswurf zur Erhaltung der Wölbung möglichst zu verwenden.

Endlich ist allen Wegen durch geeignete Auslichtung des hereingewachsenen Holzes der nöthige Luftzug zu verschaffen, damit dieselben leichter austrocknen können.

Die Herstellung und Unterhaltung der Waldwege geschieht am besten im Taglohne durch Arbeiter, welche während des ganzen Jahres als Holzhauer oder Culturarbeiter im Walde beschäftigt sind und mit solchen Arbeiten in der Regel am besten umzugehen wissen, natürlich unter Leitung und Aufsicht des Forstpersonales.

Es ist oft räthlich, namentlich in Gebirgswaldungen, die Benutzung einzelner, der Beschädigung sehr ausgesetzter Wege bei anhaltendem Regenwetter gänzlich zu untersagen, damit sie durch den Gebrauch nicht noch mehr leiden, ebenso im Frühjahre, wo der Boden sehr durchfeuchtet ist, in solchen Localitäten mit der Holzabfuhr, wenn die raschere Schlagräumung nicht durch die wirthschaftlichen Verhältnisse bedingt ist, nicht zu sehr zu eilen.

Dritter Abschnitt.

Von den übrigen Waldweganlagen.

---

§. 144.

Eintheilung.

Wir werden in diesem Abschnitte diejenigen Waldweganlagen besprechen, welche nicht zum Transporte der Waldproducte auf mit Zugvieh bespannten Fuhrwerken gebraucht werden, sondern andere Zwecke zu erfüllen bestimmt sind. Sie können nämlich entweder den Verkehr zu Fuß oder auch zu Pferd vermitteln, dabei die Ausübung des Forst-Schutzes und Betriebes erleichtern, oder auch zur Ausrückung des Holzes auf Schlitten an die zunächstgelegenen Holzabfuhrwege, oder endlich zur Ausübung der Jagd dienen. Wir wollen dieselben demnach abtheilen in:

I. Fußpfade,
II. Reitwege,
III. Schlittwege und
IV. Jagdwege.

§. 145.

I. Von den Fußpfaden.

Die bloß für Fußgänger dienenden Pfade haben ein bequemes und unbemerktes Umherkommen im Walde zum Zwecke und erleichtern insbesondere die Ausübung des Forstschutzes, zu welch' letzterem Behufe dieselben oft ausschließlich angelegt und dann in dem Wegbauvorschlage als „Forstschutzpfade" aufgeführt werden. Sie sind für die Forstschutzbediensteten, zumal in gebirgigen Waldungen, eine große Annehmlichkeit, obgleich sie freilich anderseits auch wieder von den Frevlern als Schleichpfade benutzt werden. Man führt sie zunächst nach allen Forstorten, welche wegen des ausgedehnteren Betriebes oder stärkeren An-

griffes durch Frevel einer besonderen Aufsicht bedürfen, und setzt dieselben in passende Verbindung mit den übrigen Waldwegen. In gebirgigen Gegenden führt man sie von den letzteren ab, entweder durch die Mitte ausgedehnter Berghänge, oder in Serpentinen um letztere herum, um bequem den Gipfel des Berges zu ersteigen und dabei nach allen Seiten hin sehen und hören zu können. Sie erhalten möglichst gleichmäßiges Gefäll, und neben guter Gangbarkeit eine entsprechende Breite von 1 Meter und mehr. Fußwege, welche Ortschaften verbinden, müssen etwas breiter angelegt sein, so daß zwei Personen neben einander bequem gehen können, da sonst, wenn nur irgend möglich, die Fußgänger zur Seite ausbrechen und einen zweiten Pfad treten. Das § 28 beschriebene Bose'sche Instrument, oder auch der §. 29 erklärte Gefällstock können zur Absteckung dieser Pfade mit Vortheil benutzt werden, deren Herstellung überhaupt höchst einfach, förderlich und wohlfeil ist, dagegen sie mitunter an steilen Berghängen mit sehr lockerem Boden häufiger Ausbesserung bedürfen.

Bei ihrer Anlage wird von der abgesteckten Mittellinie aus der in den Berg greifende Wegraum abgetragen und der Abtrag zur Herstellung der vollen Breite (deren Querschnitt eine gerade Linie ist), sowie der Böschung an der unteren Seite verwendet. Dabei ist es gut, doch nicht absolut nothwendig, an der Bergseite einen kleinen Fanggraben zu ziehen, aus diesem von Strecke zu Strecke schmale Wasserfurchen über den Pfad nach der unteren Seite zu führen und diese Rinnen mit Steinen auszulegen und unterhalb des Pfades mit Reisig, Weidengeflechte, Rasen ꝛc. zu verwahren, so daß das Wasser bloß langsam abziehen kann und keine Risse über die Böschungen sich bilden. Letztere sollen sowohl an der oberen, als unteren Seite nicht zu steil angelegt werden, weil sonst der Pfad durch starke Regengüsse leicht überschüttet und zerrissen wird.

Ein fleißiger Arbeiter ist im Stande, in einem Tage 15 bis 30 Meter solcher Fußpfade herzustellen.

Zur Anlage guter, dauerhafter Fußpfade in ebenen Waldungen, namentlich auf feuchtem Boden, sticht man in der vorher abgesteckten Längenrichtung und Breite des Pfades zwei parallele Seitengräbchen und erhöht mit dem aus ihnen gewonnenen Abtrage die dazwischen liegende Wegbreite. Die Arbeiten werden nach der Schnur vorgenommen, und kommen kleine Bäche vor, so sind diese durch geeignete einfache Stege, etwa in der Wegbreite nebeneinander gelegte Stammstücke, zu überbrücken und allenfalls vorhandenes Quellwasser, wo möglich in Sickerdohlen, abzuführen. Nachbesserungen dürfen auch hier, namentlich wegen des ungleichen Setzens neuaufgeworfener Wege, von Zeit zu Zeit

nicht versäumt werden. Von solchen besseren, dauerhafteren Fußpfaden kann ein fleißiger Arbeiter in einem Tage 6 bis 15 Meter herstellen.

Im Allgemeinen sind diejenigen Fußpfade am dauerhaftesten, welche aus lehmigem Sande oder steiniger Erde und Kies bestehen. Zweckmäßig ist es daher, wenn möglich, die auf sehr thonigem Boden ziehenden Pfade etwa 10 Centimeter hoch mit Kies zu bedecken, dessen einzelne Stücke jedoch höchstens 3 Centimeter dick sein dürfen, oder wenn dieselben über reinen Flugsand führen, mit bindender, thonhaltiger Erde zu überlegen, an nassen und sumpfigen Stellen selbst Steinbau anzuwenden, oder dieselben durch Knüppel- und Faschinenbau zu erhöhen und zu befestigen.

Auch die im §. 49 erwähnten s. g. Niveaupfade können vor der Hand, bis zum Ausbau derselben zu Fahrwegen, als Forstschutzpfade benutzt werden. Ihre Herstellung besteht oft bloß im Abschürfen des Bodenüberzuges auf 1 Meter Breite, und werden dieselben nach und nach zu Pfaden festgetreten.

§. 146.

II. Von den Reitwegen.

Die Reitwege unterscheiden sich von den Fußpfaden einmal durch ihre etwas größere Breite, dann durch ihr geringeres Gefäll. Erstere beträgt $1^1/_2$ bis 2 Meter und ist im Querschnitte gleichfalls geradlinig, das Gefäll soll 10 bis 12 % nicht übersteigen. Der Zweck dieser Weganlagen ist, dem Forstverwalter zu ermöglichen, zu Pferde in seinem Walde umherzukommen, und ihre Herstellung ist von der Anlage der Fußpfade nicht verschieden. Namentlich aber für die Dauerhaftigkeit der Reitpfade ist es gut, Stellen auf feuchtem, thonigem Boden mit einer 15 Centimeter hohen Lage nicht durchgeworfenen Kieses oder Steinschuttes zu versehen, weil sonst die Pferde bei ihrem schweren Tritte tief einsinken. Alle unter dem Kiese befindlichen großen Steine müssen aber bis zu einer Dicke von 2 bis 3 Centimeter zerschlagen werden. Wo das Walzen der Reitpfade möglich ist, soll man es nicht unterlassen. Ein Walzengewicht von 50 bis 60 Centner genügt.

Sehr häufig können diese Reitpfade mit den Forstschutzpfaden vereinigt werden.

§. 147.

III. Von den Schlittwegen.

Die Schlitt- oder Ziehwege, welche im Gebirge zur Ausschaffung (zum Rücken) des Holzes auf Schlitten aus den Schlägen nach den

tiefer liegenden Wegen und Thälern benutzt werden, sind entweder s. g. Schneebahnen oder Schmierbahnen, je nachdem dieselben im Winter, oder bei schneefreier Jahreszeit gebraucht werden.

Was ihre Anlage im Allgemeinen betrifft, so sollen dieselben von der Abfahrtstelle aus weder steigen, noch auf kurze Strecken das Gefäll wechseln, weil die beladenen Schlitten im ersten Falle gar nicht, oder nur mit sehr großem Kraftaufwande fortbewegt werden können, im letzteren aber öfter umgeladen und gehemmt werden müssen. Was das Gefäll im Allgemeinen betrifft, so sind die Extreme zu vermeiden, und Anlagen von zu geringem Gefäll, z. B. von 3 bis 4 %, wie man sie mitunter früher fand, bei welchem der Schlitten wirklich gezogen werden muß, ebenso verwerflich, als Gefälle mit 25 % und mehr, bei denen das Geschäft des Holzschlittens äußerst mühsam und mit sehr großer Gefahr für die Holzhauer verbunden ist. Je größer das Gefäll und je länger dabei der Schlittweg ist, desto weniger kann aufgeladen werden.

Bei der Bestimmung des Gefälles ist ferner namentlich auch das Sortiment entscheidend, in welchem das Material transportirt wird, sowie natürlich die Terrainverhältnisse. Das geringste Gefäll von 8 bis 12 % muß den Schlittbahnen gegeben werden, wenn Brennholz von 1 Meter Scheitlänge geschlittelt werden soll, wogegen die Ziehwege, welche ausschließlich zum Transporte von zwei Meter langem Kohlholze dienen, selbst 18 % Gefäll erhalten können, weil das Gewicht der Ladung hier verhältnißmäßig geringer ist, und wo endlich Blochhölzer von 7 bis 8 Meter Länge auf Schlitten ausgeschafft werden sollen, ist ein Gefäll von selbst 20 % noch statthaft. Die Schlittenbahn soll wo möglich vom Anfange an bis zu einem äußersten Punkte in gleichem Gefäll fortlaufen, wobei sich mehrere Schlittwege von verschiedenen Seiten vereinigen können, und von da an auf der Bergwand ein gemeinsamer Weg in gerader Richtung hinunterziehen, damit obenher weder gezogen noch gehemmt zu werden braucht, beim Hinunterlaufen aber die angehängte Hemme nicht seitwärts ausschleudern und der Schlitten umstürzen kann. Nur wo das Gefäll zu bedeutend würde, sucht man dieses durch größere Wendungen auf dem Gelände (s. g. Reiben oder Kehren) geringer zu machen, kurze Wendungen aber, namentlich an abschüssigen Stellen, sind sorgfältigst zu vermeiden. Am Ausgange der Schlittwege, wo das Holz abgeladen wird, ist ein geebneter Abzieheplatz für den Schüttthaufen herzurichten, welcher den nothwendigen Raum zum Abladen und Umwenden der Schlitten bieten muß.

Die Schlittwege werden ganz ebenso wie die Fußwege angelegt (planirt), nur sucht man, wenn sie als Schneebahnen benutzt werden sollen, wo möglich die Winterseite zu deren Anlage aus, weil hier der Schnee am längsten liegen bleibt. Ist der Weg genügend mit Schnee bedeckt, so wird dieser möglichst festgetreten oder festgestampft; liegt aber der Schnee zu hoch, so ist derselbe theilweise von der Bahn zu entfernen, und bei ungenügender Schneeschicht von den Seiten her aufzutragen. Die Bahn erhält eine dem Schlittengeleise entsprechende Breite, und wird zu beiden Seiten durch s. g. Haltbäume oder Wegstangen a, a, Figur 107, eingefaßt (eingestängt), um das Ausweichen der Schlitten zu verhindern. Letztere sind 20 bis 25 Centimeter dick, und sollen, namentlich an der Außenseite (gegen den Abhang zu), sowie an den Wendungen nicht fehlen. Die Wegstangen werden in Einschnitte b, b aneinander gelegt (zusammengeplättet), und an verschiedenen Stellen durch in den Boden zu schlagende Pflöcke c, c befestigt, welche auf beiden Seiten der Haltbäume stehen. Kommen nasse und sumpfige Stellen vor und können sie nicht umgangen werden, so ist es am besten, dieselben mit Knüppeln (Prügeln) quer zu überlegen (zu verbrücken) und diese zu befestigen, wie Figur 106 bei d ersichtlich macht.

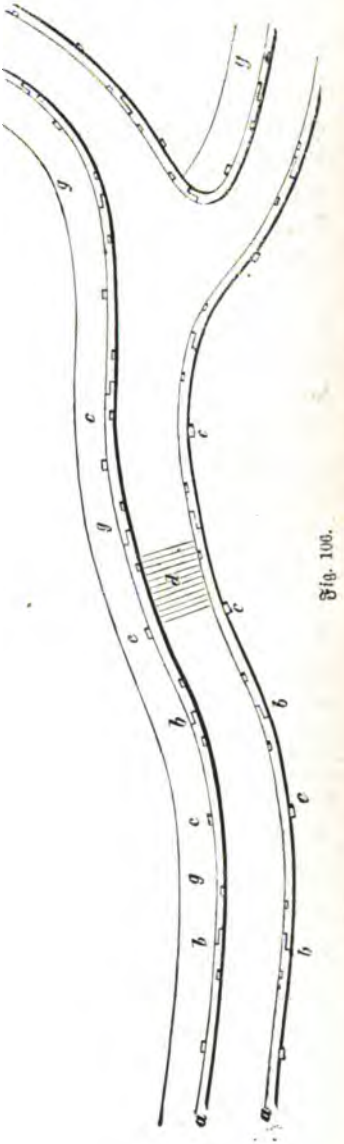


Fig. 106.

Damit endlich die mit den leeren Schlitten zurückkehrenden Holzhauer die herabfahrenden beladenen Schlitten nicht hindern, soll neben der eigent-

lichen Schneebahn ein s. g. Weichweg g aufgeräumt und hergerichtet werden, welcher von den Ersteren benutzt wird.

Ist der Schlitten beladen, so tritt der Holzhauer zwischen die beiden Kufhörner und zieht anfänglich den Schlitten an letzteren, bis derselbe durch sein eigenes Gewicht auf der glatten, abhängigen Schneebahn von selbst bis in das Thal fortgleitet; dabei fährt der Holzhauer mit hinunter, indem er sich auf das Sitzbrett setzt, und mit beiden Händen die Schlittenspangen faßt, oder auch auf die Kufen stellt, seinen Rücken gegen das aufgeladene Holz anstemmt und den Lauf des Schlittens, dessen Geschwindigkeit mit der Bahnlänge, namentlich auf gefrornem Schnee stets zunimmt, mit Hülfe der Füße, an welche zuweilen Steigeisen geschnallt werden, zu leiten sucht. Nach abgeladenem Schlitten, muß dieser auf dem Weichwege aufwärts gezogen, oder getragen werden.

Um auf Schlittwegen mit sehr starkem Gefäll den zu schnellen Lauf des Schlittens zu hemmen, können an den Füßen des letzteren zu beiden Seiten s. g. Sperrtatzen angebracht werden, welche nach unten mit eisernen Griffen versehen, in den Boden eingreifen und von dem vorn sitzenden Holzhauer dirigirt werden. Ein weiteres Hemmungsmittel auf Schlittwegen von 10—12 % Gefäll, sind die sogenannten Hunde, eine Anzahl Scheiter oder Drehlinge, manchmal mit Steinen beschwerte Reiserbüschel, die mittelst starker Ketten an dem hinteren Theile des Schlittens befestigt und auf dem Boden nachgeschleift werden. Die Zahl der anzuhängenden Scheiter ist durch das Gefäll bedingt; je größer dieses, desto stärker muß die Hemme sein. Beim Scheitholze werden die angehängten Scheiter in der Querrichtung, bei Blöchen dagegen die Drehlinge der Länge nach geschleift. Endlich kann man bei noch steileren Schlittwegen von 12—15 % Gefäll und darüber, als weitere Sperrvorrichtung, unter die Schlittenkufen kleine Sperrketten legen, wodurch übrigens die Bahn sehr schnell abgenutzt wird. Blochhölzer können bis zu 8 Meter Länge auf den steilsten Ziehwegen, selbst mit 20 % Gefäll, in der Art geschleift werden, daß man nur den vorderen Theil des Bloches auf den Schlitten legt und das hintere, auf dem Boden liegende Ende desselben als Hemme benutzt.

Will man den Schlittweg auch im Sommer gebrauchen, so muß derselbe, wie Figur 107 zeigt, mit 15—20 Centim. dicken, am besten buchenen Prügeln oder Scheitern, in Entfernungen von 30 bis 50 Centim. quer überlegt, und jedes Scheit 5 Centim. tief in den Boden gedrückt, sowie zu beiden Seiten mit 40—50 Centim. langen und 5 Centim. dicken Pflöcken, oder gespaltenen Holzstücken a, a befestigt werden,

welche auf die Weite der Schlittenkufen (75—100 Centim.) von einander, schräg so in den Boden geschlagen werden, daß sie etwa noch 15 Centim. über die Querrippen oder Streichhölzer hervorstehen, um das Ausweichen der Schlitten aus der Bahn zu verhüten, zu welchem Zwecke oft auch, wie bei den Schneebahnen, starke Haltbäume gelegt, d. h. auf die Prügel zu beiden Seiten der Länge nach aufgenagelt werden. Die Pflöcke a müssen ferner auf der unteren Seite der Querhölzer eingeschlagen werden, damit sie die letzteren gegen den Berg zu halten, und diese nicht durch das Treten und Anstemmen der Arbeiter, sowie den Druck der Last sich verschieben können.

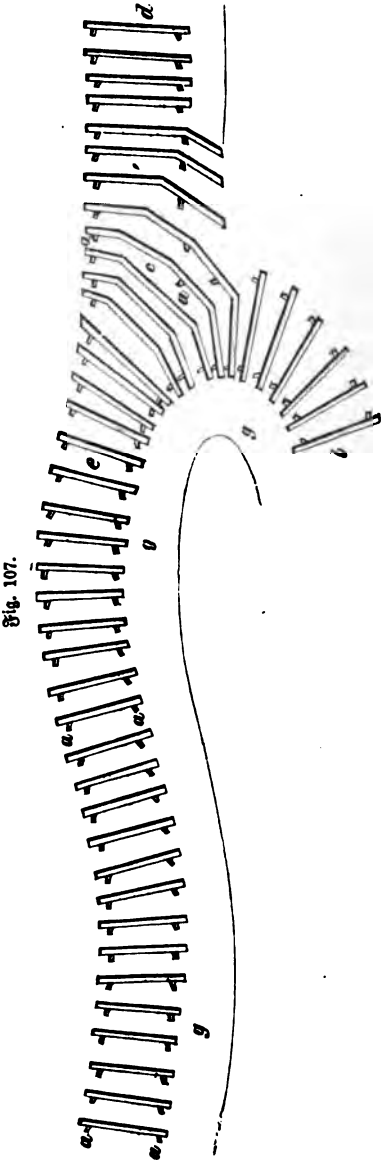


Fig. 107.

Nachdem die Rippen gelegt und auf die angegebene Weise befestigt sind, müssen endlich alle Unebenheiten derselben möglichst abgehauen werden, damit die Schlittenkufen überall aufsitzen und nirgends auf Hervorragungen stoßen. Ebenso ist auch bei den Schmierbahnen ein Weichweg g für die leer zurückkehrenden Schlitten nothwendig.

Ehe man den Weg benutzen kann, müssen die Querhölzer an den beiden äußeren Enden, wo die Schlittenkufen dieselben berühren, mit Speck, Talg oder Seife bestrichen werden, um sie glatt zu machen, wodurch der Schlitten, wenn die Bahn den erforderlichen Fall hat, von selbst hinunter gleitet. Da bei diesen Schmierbahnen die Reibung immer etwas größer ist, als bei den Schneebahnen, so darf ersteren im Allgemeinen auch ein größeres Gefäll gegeben werden.

Ehe man übrigens Schlittwege anlegt, hat man vor allem in Erwägung zu ziehen, ob dieselben nur zur Ausbringung kleiner Holzmengen für die Dauer eines oder einiger Jahre gebraucht werden, oder ob durch dieselben große, ganze Berghänge bedeckende Holzbestände aufgeschlossen werden und sie sonach für längere Zeit benutzt werden sollen. Im ersteren Falle ist auf möglichst billige Herstellung, im letzteren auf Dauerhaftigkeit derselben zu sehen, und neben der Rücksicht auf möglichst gleichmäßiges Gefäll den Wegen eine den wirthschaftlichen Verhältnissen entsprechende Richtung mit möglichster Kürze zu geben, und sind dieselben bis in das Thal fortzuführen. Wird die Schlittbahn nicht mehr benutzt, so wird die von obenher abgebrochen und nach abwärts verschlittelt.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Schlitt- und Ziehwege in den Hochgebirgswaldungen, woselbst deren Anlage große Sorgfalt erfordert, zumal dieselben jetzt mehr und mehr an die Stelle der früher gebräuchlichen Riesen treten. In Bezug auf diesen Gegenstand muß auf eine sehr vollständige Beschreibung der in den Gebirgswaldungen des k. b. Salinenforstbezirkes gebräuchlichen Holzbringungsanstalten verwiesen werden, welche in den vom k. b. Ministerial-Forstbureau herausgegebenen „forstlichen Mittheilungen", III. Band, 2. Heft v. 1860, enthalten ist und welcher die nothwendigen erläuternden Zeichnungen beigefügt sind.

§. 148.

IV. Von den Jagdwegen.

Zur Ausübung der Jagd sind, namentlich in den herrschaftlichen Parken, mitunter mancherlei Weganlagen nothwendig, welche einer besonderen Behandlung oft deshalb bedürfen, damit das Befahren oder Begehen derselben mit möglichst geringem Geräusche verbunden ist, wodurch das in der Nähe stehende Wild aufmerksam gemacht und verscheucht werden könnte.

Hierher gehören die s. g. Wildparksalleen, die Gestelle oder Stellwege, die Birschwege und die Birschpfade.

Die Wildparksalleen sind die Haupt-, mindestens 4 Meter breiten Fahrwege, welche entweder mit Stämmen der im Parke befindlichen Holzarten, oder mit besonders ausgewählten, zu beiden Seiten bepflanzt werden, und gewöhnlich nach dem Jagdschlosse, den Jagdschirmen oder Fütterungsanstalten führen. Sie sollen in einem angenehmen Verlaufe abgesteckt werden und der Umfriedigung nicht zu nahe kommen. Der Boden wird geebnet, von allem Holze, Wurzelwerk, Geniste und Steinen befreit und behackt (wund gemacht), um lautes Geräusch beim Fahren zu vermei-

den, aus welchem Grunde auch Kunststraßen in Parken gewöhnlich vermieden werden.

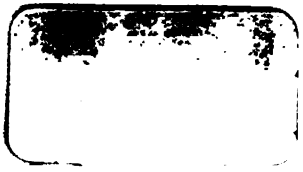
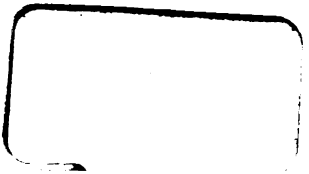
Die Gestelle oder Stellwege sind ausgehauene, 6—10 Meter breite Schneisen zur Aufstellung des Jagdzeuges, bedürfen keiner besonderen Bearbeitung, sondern sollen bloß von großen Steinen und Stöcken gereinigt sein.

Die Birschwege dienen dazu, das Wild auf Jagdwagen zu erschleichen, bedürfen einer Breite von 3—5 Meter, sind übrigens von ganz unbestimmter und von der Localität abhängender Richtung, und sollen hauptsächlich jene Orte berühren, wo das Wild sich gern aufhält. Sie werden ebenso hergestellt, wie die Alleen, wo möglich wund erhalten und immer sorgfältig von Allem gereinigt, was beim Ueberfahren Geräusch verursachen könnte.

Die Birschpfade endlich sind 75—100 Centim. breite Fußpfade zum Beschleichen des Wildes, werden am besten ausgestochen oder umgegraben, und müssen immer sorgfältig von Laub, Reisig u. s. f. gereinigt und ausgekehrt werden.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei in Darmstadt.

3 2044 103 117 651



3 2044 103 117 651